



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD MECÁNICA EN TUBERÍAS Y
JUNTAS SOLDADAS DE ACERO MEDIANTE ENSAYOS NO
DESTRUCTIVOS EN TUBERIA CIANURADA-GOLD MILL
YANACocha.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

JAMES JOEL ESTUARDO SARABIA CUEVA

ASESOR:

ING. LUIS CHAPOÑÁN RIMACHI

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTÁNDARES DE APLICACIÓN DE SOLDADURA

CHICLAYO— PERÚ

2017

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Acta de Sustentación

Siendo las 2:00 pm del día 16 de Setiembre del 2017
Se reunieron en el aula 125 Campus UCV Chidayo los
integrantes del Jurado:

Presidente Ing. Dávila Hurtado Fredy
Secretario Ing. Vega Calderón Edilbrando
Vocal Ing. Adanagvé Sánchez José Luis

Para evaluar la Tesis:

"Evaluación de Integridad Mecánica en Tuberías y Juntas
Soldadas de Acero mediante Ensayos No Destructivos en
Tubería Oxidada - Gold Mill - Yanacocha"

presentado por el (los) Bachiller (es): Sarabia Cueva,
James Joel Estuardo, para optar el Título
profesional de Ingeniero Mecánico Electricista

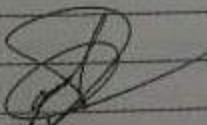
El Presidente del Jurado da inicio solicitando al secretario a
dar lectura de la Resolución Directoral:


N° 2630-2017-II-UCV-CH-2000


Seguidamente se explicó las instrucciones al (los) expositor (es)
quienes (es) tuvieron el permiso correspondiente para iniciar la
sustentación, terminada la misma, el Jurado procedió a
realizar las preguntas. Ato seguido se pasó a efectuar la delibe-
ración, llegando a la siguiente determinación.

Aprobado por Unanimidad.

Se pasó a comunicar el resultado de la evaluación, siendo las
2:50 pm, procediendo finalmente a firmar el Acta.

Presidente: 
Ing. Dávila Hurtado Fredy

Secretario: 
Ing. Vega Calderón Edilbrando

Vocal: 
Ing. Adanagvé Sánchez José Luis

Crafores

Dedicatoria

En especial a mi madre, quien es mi inspiración, para el desarrollo de este trabajo de tesis. Dedicado a ella, quien tiene la paciencia de formarme y darme su amor incondicional e incomparable, además del ejemplo de trabajo, honradez, humildad, perseverancia, amor a Dios y actitud hacia el prójimo.

Sarabia Cueva, James

Agradecimiento

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi familia por estar allí compartiendo mi entusiasmo en los momentos de felicidad y brindarme su soporte y colaboración en los momentos difíciles. Mi madre es mi mayor inspiración.

La adoro.

Sarabia Cueva, James

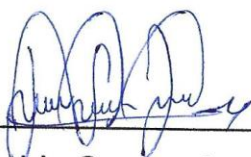
Declaratoria de autenticidad

Sarabia Cueva, James Joel Estuardo, con DNI N° 46178092, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también, bajo juramento, que todos los datos e información que se presenta en la presente Tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, agosto del 2017.



Sarabia Cueva, James Joel Estuardo

Presentación

Señores miembros de Jurado:

En cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Evaluación de integridad mecánica en tuberías y juntas soldadas de acero Mediante Ensayos no Destructivos en tubería cianurada - Gold Mill – Yanacocha”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

Sarabia Cueva, James Joel Estuardo

PRESENTACIÓN

En el presente trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD MECÁNICA EN TUBERÍAS Y JUNTAS SOLDADAS DE ACERO MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN TUBERIA CIANURADA - GOLD MILL YANACocha”**, se desarrolla con el interés de potenciar el perfeccionamiento de la evaluación de la integridad mecánica aplicando ensayos no destructivos y con esto anticiparse a la falla, minimizar la contaminación de los animales, de las personas y el medio ambiente y también minimizar costos por respiración.

En el Capítulo I, se presenta la realidad problemática con tuberías de acero al carbono API5L con desgastes superficiales y sub superficiales que podrían impactar el medio ambiente, se hace un resumen de los principales trabajos previos y se menciona las teorías relacionadas Integridad mecánica de tuberías mediante ensayos no destructivos. Luego se enuncia el problema, posteriormente justificar el trabajo de investigación realizado y presentar la hipótesis, con los objetivos de la investigación.

En el Capítulo II, se presenta el diseño de la investigación, describiendo las variables y su Operacionalización, así como la población y muestra, además de las técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados en la investigación, así como los métodos de análisis de datos.

En el Capítulo III, se presenta los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos generales y específicos definidos.

En el Capítulo IV, se realiza la discusión de los resultados obtenidos. En el Capítulo V y VI, se presenta las conclusiones y recomendaciones, respectivamente.

En el Capítulo VII se muestran las referencias bibliográficas obtenidas para la investigación de la presente tesis.

ÍNDICE

Acta de sustentación	II
Dedicatoria	III
Agradecimiento	IV
Declaratoria de autenticidad.....	V
Presentación	VI
INDICE.....	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XI
CAPITULO I INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Realidad Problemática.....	12
1.2 Trabajos previos	17
1.3 Teorías relacionadas al tema	20
1.3.1 Concepto de Integridad Mecánica	20
1.3.2 La Soldadura	21
1.3.3 Ensayos No Destructivos	25
1.4 Formulación del problema	42
1.5 Justificación del estudio.....	42
1.6 Hipótesis.....	43
1.7 Objetivos.....	43
1.7.1 Objetivo General.....	43
1.7.2 Objetivos Específicos	43
1. CAPITULO II MÉTODO.....	44
2.1. Diseño de investigación.....	44
2.2. Variables, Operacionalización	44

2.3.	Población y muestra	46
2.5	Métodos de análisis de datos.....	47
2.6	Aspectos éticos.....	48
CAPITULOIII RESULTADOS		49
3.1	Verificar las condiciones operativas de las tuberías que trasportan la solución cianurada	49
3.2	Aplicar Ensayos No Destructivos.....	49
3.2.1	Inspección Visual.....	50
3.2.2	Inspección por Ultrasonido	51
3.3	Evaluar la información obtenida e informar sobre el futuro mantenimiento periódico de las tuberías.	54
3.4	Evaluación Económica	55
IV. Discusión		56
V. Conclusiones		57
VI. RECOMENDACIONES		59
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		60
VIII. ANEXOS		62
ACTA DE ORIGINALIDA DE TESIS.....		82
Autorización de publicación de tesis.....		83
Reporten de turnitim.....		84

RESUMEN

En la presente investigación tiene como objetivo principal evaluar la integridad mecánica de secciones de tubería de acero y cordones de soldadura mediante ensayos no destructivos a tuberías que transportan cianuro desde la planta Gold Mill hacía el Pad la Quinoa, en Minera Yanacocha Cajamarca, en esta investigación nuestra población comprende 123 tuberías unidas por cordones de soldadura con una longitud de 1825.75 m, sin embargo solo se tuvo acceso a 600.64 m siendo esta la muestra, además se tomaron datos mediante técnicas con instrumentos calibrados para garantizar confiabilidad y con esta información obtenida se evaluaron las discontinuidades encontradas y dependiendo el nivel de riesgo encontrado se obtuvo un registro de observación y a la vez un informe final en el cual se obtuvo 7% de tuberías con vida remanente menor a 6 meses, 39% con vida remanente entre 1 a 2 años, 9% con vida remanente entre 2 a 3 años y un 22% con vida remanente mayor a tres años, en la parte de la evaluación económica, minera Yanacocha al aplicar estas técnicas y con ello anticiparse a la falla y ahorrar 1 722 327 nuevos soles, por reparación.

Palabras claves: Integridad Mecánica, ensayos no destructivos.

ABSTRACT

The main objective of the present investigation is to evaluate the mechanical integrity of steel pipe sections and weld seams by non-destructive testing of pipelines transporting cyanide from the Gold Mill plant to Pad La Quinoa in Minera Yanacocha Cajamarca in this investigation. Our population comprises 123 pipes joined by weld beads with a length of 1825.75 m, but only 600.64 m were accessed, this being the sample, in addition data were taken by techniques with instruments calibrated to ensure reliability and with this information obtained were evaluated. The discontinuities found and depending on the level of risk was obtained an observation record and at the same time a final report in which 7% of pipelines with remaining life less than 6 months were obtained, 39% with remaining life between 1 and 2 years, 9% with remaining life between 2 to 3 years and 22% with remaining life of more than 3 years, in the part of the economic evaluation, Yanacocha mining to apply these techniques and with this to anticipate to the saving failure 1 722 327 new suns, for repair.

Key words: Mechanical integrity, non-destructive tests.

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

1.1.1 A Nivel Internacional

Una de las empresas más importantes de Venezuela denominada Corporación Eléctrica Nacional, tiene fallas en tuberías de acero al carbono API 5L o ASTM A53 Grado B Schedule 40, estas son utilizadas para el traslado de aceite, desde cuatro tanques de almacenamiento. Este combustible es utilizado en las calderas del Conjunto Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas para la producción del vapor. Este sistema de tuberías ha presentado fallas en los últimos años mediante el derrame del aceite combustible en los tramos que se encuentran cerca y dentro de la planta. Debido a que el ambiente donde se encuentran ubicadas es un ambiente costero, perjudicial para las tuberías de acero al carbono por el salitre que trae la brisa marina lo cual tiende a corroer las mismas muy fácilmente. Estas fallas también se han presentado debido al tiempo de uso, a la falta de mantenimiento preventivo lo cual ha ocasionado la caída de la pintura anticorrosiva y del aislamiento Térmico. Por este motivo, se tomó la decisión de disminuir la presión de trabajo de las bombas del Nivel 26 de 10 a 5 kg/cm² para evitar nuevas perforaciones en las tuberías. A raíz de estos antecedentes, la compañía desea preparar un paquete de licitación para la inspección del sistema de tuberías que manejan el Fuel Oil N° 6 (Martinez, 2011, p. 11-18).

Los accidentes reportados en Estados Unidos de Norte América se deben a fallas en ductos de transmisión y recolección de gas natural y líquidos peligrosos, según la DOT (Department of Transportation) y la OPS (Office of Pipeline Safety), muestran que más del 30% de estas fallas se atribuyen a daños mecánicos por terceros (abolladuras) y el 30% a corrosión interna y externa por esto constantemente se realiza inspecciones cada 6 meses utilizando NDT (Non-Destructive Testing) y aplicando normas como el ASME (American Society of Mechanical Engineering) y API (American Petroleum Institute). (MPSI, 2002, p. 12).

1.1.2 A Nivel Nacional

La Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), menciona que PETROPERÚ es una empresa de propiedad del Estado y de derecho privado dedicada al transporte, refinación, distribución y comercialización de combustibles y otros productos derivados del petróleo. La empresa Petroperú tuvo dos notables impactos ambientales en la región Amazonas debidas que no tienen un mantenimiento ni control de sus tuberías de oleoducto con una consecuencia muy grave en la región Amazonas contaminado gran parte del rio. (2016, p.04).

Figura 1



Plano de Oleoducto Nor Peruano

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) afirma que los derrames de crudo ocurridos en la selva peruana en enero y febrero de este año se debieron al deterioro de Oleoducto Norperuano, operado por Petroperú, cuyas tuberías transportadoras del crudo estaban corroídas externamente, así se muestra en la siguiente imagen. (OEFA, 2016, p. 04).

Figura 2.



Se muestra el desgaste y/o deterioro que ha sufrido la tubería

El organismo supervisor también argumenta, en su Resolución Directoral N° 012 - 2016-OEFA-DS, que la empresa estatal no cumplió con el mantenimiento preventivo a las tuberías del oleoducto, labor a la que se comprometió en su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA). (OEFA, 2016, p. 05).

Como se recuerda, ocurrieron dos derrames de crudo en la selva. El primero sucedió el 25 de enero, a la altura del Km 441 del Oleoducto Nor peruano (Tramo II), en Chiriaco, provincia de Bagua, región Amazonas; y en segundo ocurrió el pasado 4 de febrero, en el Km 206 del Oleoducto Nor peruano en la provincia Datem del Marañón, región Loreto, (Ramal Norte). El derrame de petróleo crudo se produjo a través de una apertura de 56 cm de longitud por 1 cm de ancho aproximadamente en posición 12 horas, en la tubería de 16" de diámetro. (OEFA, 2016, p. 06).

Figura 3



Muestra el punto de la falla donde se produjo el derrame de petróleo crudo.

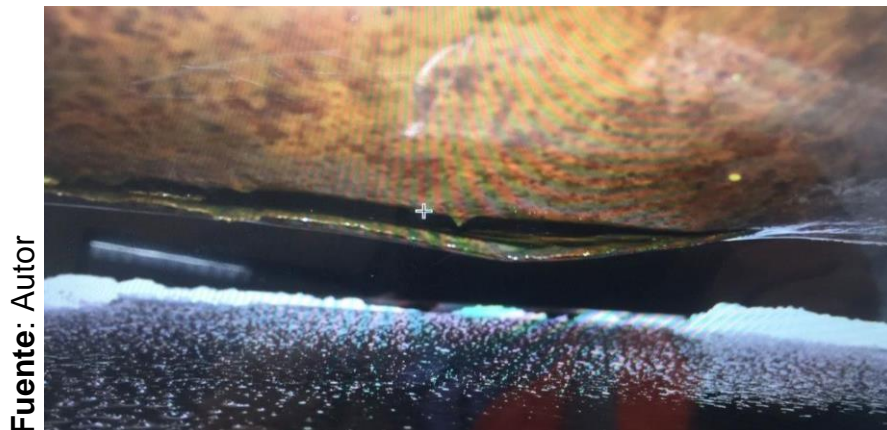
Así, el OEFA ordena a Petroperú realizar el mantenimiento efectivo, inmediato e integral respecto de aquellas secciones del ducto que no han sufrido un deterioro severo o significativo y el reemplazo del ducto respecto de aquellas secciones que sí están deterioradas. (OEFA, 2016, p. 06).

1.1.3 A Nivel Local

En la región de Cajamarca son muy usadas en empresas mineras para el transporte de fluidos y muchos de estos son altamente peligrosos para la salud y el Medio Ambiente, Minera Yanacocha situada en los Andes del norte del Perú, la mina de oro más grande de América Latina, en su Planta de Procesos Gold Mill posee una diversidad de tuberías de acero al carbono de diversos diámetros dependiendo su aplicación. El proyecto Yanacocha Gold Mil, es un circuito de molienda SAG, lixiviación y CCD, que procesa mineral chancado para producir solución rica para su procesamiento adicional en la planta de adsorción en carbón de La Quinoa y relaves de arenas que son enviados mediante tuberías de acero al carbono.

Por razones de garantía es primordial que la empresa se encargue del mantenimiento y reparación, muchas veces sus desempeños se han visto afectados por fallas consecuentes de la reparación como es el caso de la línea Gold Mill hacia poza la Quinua en la que se hubo dos sucesos consecutivos uno el día 20 de marzo del 2016 y el siguiente el 24 de julio del 2016.

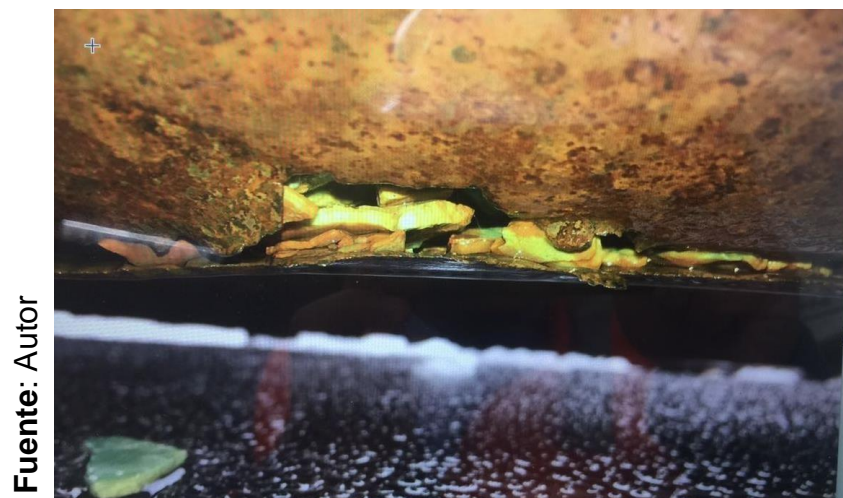
Figura 4



Falla en la parte inferior de tubería en Tramo III

Este suceso se debió que durante 9 años la tubería de acero que trasladan solución cianurada de Gold Mill al Pad, no tuvo ningún tipo de mantenimiento preventivo, tampoco tenía las condiciones óptimas para el trabajo, todo esto conllevó a la falla prematura de las tuberías, a una parada inesperada del molino de Gold Mill.

Figura 5



Falla en la parte inferior de tubería en Tramo IV

Sin embargo, aplicando Ensayos no destructivos se pudo prevenir este accidente Ambiental y por ello planteamos la tesis Evaluación de Integridad Mecánica de tuberías y juntas soldadas de acero mediante Ensayos no destructivos en tubería de acero al carbono para acabar con la incertidumbre que rodea a los procesos de reparación, reconstrucción y mantenimiento de equipos.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 A Nivel Internacional

Martínez (2011, p. 06), En Camurí Grande - Venezuela ante la Universidad Simón Bolívar, como requisito para optar al Título de Técnico Superior Universitario en Mecánica se desarrolló un Proyecto llamado: "Evaluación de la integridad mecánica del sistema de tuberías de suministro de Fuel Oil N° 6 a los Generadores de Vapor de la Planta Ampliación Tocoa, en este proyecto se evaluó la integridad mecánica del sistema de tuberías de suministro de Fuel Oil N° 6 a los generadores de vapor de la Planta de Ampliación Tocoa. Para tal fin, se realizaron entrevistas al personal interno con experiencia en trabajos de mantenimiento a estas tuberías y a personal externo especialista en ensayos no destructivos para determinar el método de inspección apropiado en este tipo de instalaciones. Los recorridos en campo a lo largo del sistema de tuberías fueron realizados, lo que permitió identificar los tramos de tuberías más críticos y elaborar diagramas actualizados de los sistemas de tuberías existentes. Los resultados de la inspección indican que las tuberías se encuentran en un estado de corrosión elevado debido al tiempo de uso y ambiente costero donde se encuentran instaladas. Se recomienda una inspección completa mediante ultrasonido por ondas guiadas que permita determinar su reemplazo o mantenimiento.

Ahammed y Melchers (2004, p. 17), describieron una metodología para la evaluación de la probabilidad de falla con el tiempo en ductos que transportan líquidos sujetos a picaduras por corrosión. El crecimiento de

las picaduras es modelado por una función exponencial, la cual puede ser usada para estimar el número de fugas en el ducto como una función del tiempo. Los resultados de la aplicación de esta metodología mostraron que la probabilidad de falla se incrementa de una forma no lineal con el tiempo. Un análisis de sensibilidad mostró que el tamaño de la picadura (profundidad y ancho) y la velocidad de corrosión son las variables que más contribuyen a la probabilidad de falla para tiempos de servicio mayores.

TIXI (2013, p. 12 – 16), en su tesis “Análisis de Integridad física del poliducto Libertad-Manta de Petrocomercial mediante el envío de la herramienta chanco inteligente”. En la Provincia de Santa Elena está ubicada la Estación Cabecera La Libertad, donde se originó el poliducto Libertad - Manta que inició sus operaciones en el año de 1985. Bordea el perfil costanero de la provincia del Guayas y parte de Manabí, su longitud es de 170 km y 644 mts, el diámetro de la tubería es de 6", por éste se transporta Gasolina Extra, Destilado 1 y Diesel 2, su destino es el Terminal Barbasquillo en Manta. PETROCOMERCIAL, filial del sistema PETROECUADOR tiene como misión transportar, almacenar y comercializar productos terminados de los hidrocarburos para el consumo interno en el país. En el tramo del Poliducto que inicia desde la Estación Libertad hasta la Estación Manta; durante varios años de operación, se ha presentado problemas de corrosión de la tubería, lo cual ha ocasionado derrames de productos terminados, debido principalmente al deterioro acelerado de la tubería y en el análisis de integridad física del poliducto consiste en la inspección de la tubería con tecnología de punta denominada Sonda Inteligente o chanco inteligente de Registro Continuo, luego del envío de la herramienta obtenemos datos de abolladuras y desgaste de la tubería por corrosión. Los objetivos de este proyecto es realizar una limpieza exhaustiva, una inspección sobre posibles corrosiones a la tubería y un mantenimiento adecuado para continuar con las operaciones de bombeo y transporte de combustibles en forma normal en los próximos 5 años. Es importante

recordar que, debido al alto grado de salinidad en el Litoral ecuatoriano, los procesos de corrosión y daño de la tubería se agudizan, por esa razón se ejecutó este proyecto que precautelaré las instalaciones y equipos de la empresa estatal. De tal manera que al finalizar el proyecto de inspección de la tubería se obtenga resultados concisos que nos permita diseñar un plan de mejoramiento de la gestión de este sistema de transporte, a fin de obtener seguridad y eficiencia en el transporte de los combustibles.

1.2.2 A nivel Nacional

Quivoy (2004, p. 07), en la tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico, desarrolló la tesis llamada: “Gestión de calidad aplicada al proceso de soldadura para el Proyecto Gas de Camisea” siendo parte de ésta el proyecto de red de distribución del gas natural para Lima y Callao. Las reservas de gas de Camisea están ubicadas al lado oriental de las Cordillera de los Andes, en el Departamento del Cuzco, en el valle del bajo Urubamba, Provincia de Convención, en la tesis se destaca la aplicación de la Norma Técnica Peruana NTP ISO 9001:2001 para la Gestión de Aseguramiento de la Calidad, y el estándar API-1104-99 para la soldadura de tuberías, debido a la importancia que el proyecto significa para el país y la confiabilidad que debe existir entre las empresas beneficiarias y futuros clientes que se les suministre el Gas Natural, el proyecto cuenta con tuberías de 20” API 5L, para la tesis el desarrollo se centrará en el tema la soldadura de tubería en el proyecto Red de Distribución de Gas Natural para Lima y Callao y tiene el objetivo de demostrar que, a través de la implantación de un Sistema de Gestión de Calidad se consigue reducir los costos de no calidad que se generan durante la ejecución del proyecto. Para lograr el propósito de la tesis se procederá desarrollando el manual de calidad, los procedimientos generales, procedimientos particulares (instrucciones técnicas) y registro de calidad, así como la capacitación de todo el personal involucrado en el proyecto, una de las conclusiones más importantes de la tesis es haber determinado el beneficio económico que ha alcanzado la empresa

ejecutora, por haber implementado un Sistema de Gestión de Calidad para el proyecto (análisis solo para el proceso de soldadura), frente al costo que hubiese significado para la empresa ejecutora reprocesar los producto no conformes luego de los ensayos no destructivos, pues éste es el proceso que finalmente mide la calidad de los trabajos efectuados en las juntas soldadas.

1.2.3 A Nivel Local

En la ciudad de Cajamarca no se ha encontrado trabajos relacionados con este tema.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Concepto de Integridad Mecánica

“Es una filosofía de trabajo que tiene por objeto garantizar que todo equipo de proceso sea diseñado, procurado, fabricado, construido, instalado, operado, inspeccionado, mantenido, y/o reemplazado oportunamente para prevenir fallas, accidentes o potenciales riesgos a personas, instalaciones y al ambiente” (PEMEX, 2009, p. 25).

Estableciendo los criterios basado en datos históricos, normas y regulaciones de organismos, nacionales e internacionales como OSHA, ASME, ISO, API, NACE, NOM, SSPA, entre otros. (PEMEX, 2009, p. 25).

“Capacidad de operar bajo condiciones establecidas; sin riesgo de fallas de los equipos y sistemas” (Romero, 2013, p. 19).

Asimismo no ocasionen afectación a las personas, emanaciones o vertimientos al medio ambiente o destrucción de los activos físicos, se enfoca en evitar las pérdidas de contención de fluidos peligrosos o energía mediante la aplicación sistemática de directrices generales en todas las etapas del ciclo de vida del activo (diseño, construcción, suministro, instalación, operación, mantenimiento y abandono), para garantizar que los equipos o sistemas se encuentren aptos para el servicio que demanda cada aplicación. (Romero, 2013, p. 19).

Análisis de la Integridad Mecánica

El Análisis de Integridad Mecánica, consiste en la evaluación del estado estructural de un componente, basándose en la identificación del tipo y grado de severidad de los defectos presentes en él a partir de reportes de inspección no destructiva y de información técnica específica de diseño, construcción y servicio, el análisis de integridad mecánica se desarrolla por la vía de la Mecánica de Fractura, la cual en su principio fundamental establece una relación mecánica entre las cargas máximas permisibles actuantes en un componente estructural para un tamaño y localización de grieta dado. (Gonzales, 1998, p 12-14).

1.3.2 La Soldadura

a. Soldadura:

“Una coalescencia localizada de metales o no metales producida por calentamiento de los materiales a temperatura de soldadura, con o sin aplicación de presión, o mediante la aplicación de presión solamente y con o sin usar material de aporte” (Gil, 2008, p. 55).

b. Junta

“La unión de los miembros o los bordes de los miembros que van a ser unidas o se han unido”. (Gil, 2008, p. 2).

c. Junta de Penetración Completa (CJP)

“Condición de soldadura en la cual la soldadura del metal se extiende a través del espesor de la junta”. (Gonzales, 2010, p. 14).

d. Fusión Completa

“Es una discontinuidad de soldadura en la cual no ocurre fusión entre metales base y caras de fusión o bordes de soldadura, es el resultado de una inadecuada técnica de soldeo, inadecuada preparación del material base, inadecuado diseño de junta” (Gonzales, 2010, p. 16).

e. Defecto

“Una discontinuidad o discontinuidades que por naturaleza o efecto acumulado representan una parte o producto incapaz de cumplir con los estándares mínimos de aceptación o de las especificaciones aplicables, el término designa rechazable” (Ademinsac, 2010, p. 4).

f. Discontinuidad

“Una interrupción de la estructura típica de un material, tal como una falta de homogeneidad en sus características mecánicas, metalúrgicas, o física sin embargo una discontinuidad no es necesariamente un defecto” (Ademinsac, 2010, p. 5).

g. Porosidad

“Es una discontinuidad, típicamente es una cavidad, formada por atrapamiento de gas durante la solidificación del metal de soldadura o un depósito por corte por aire. La discontinuidad que se forma es generalmente esférica, pero puede ser alargada o irregular”. (Ademinsac, 2010, p. 6).

Una causa común de las porosidades es la contaminación durante la soldadura, una mala limpieza trae como consecuencia porosidad por lo que se recomienda limpieza constante antes, durante y después de soldar. (Ademinsac, 2010, p. 6).

h. Fusión Incompleta

“Es una discontinuidad de soldadura en el que la fusión no se produjo entre el metal de soldadura y las caras de fusión o las zonas de soldadura adyacentes, el resultado de inadecuadas técnicas, inadecuada preparación, inadecuado diseño de junta” (Ademinsac, 2010, p. 7).

i. Penetración Incompleta

“Es una condición de la raíz de la junta en la cual el metal de soldadura no se extiende a través del espesor de la junta, es un área de inadecuada penetración y fusión, es una discontinuidad descrita como fusión incompleta” (Ademinsac, 2010, p. 8).

Penetración incompleta de la junta, puede generarse como resultado de un insuficiente aporte de calor, diseño de la unión inadecuada, o un control inadecuado del arco de soldadura. (Ademinsac, 2010, p. 8).

j. Solape

“Es una protuberancia de metal de soldadura sin fusionar más allá del borde de la soldadura o la raíz de la soldadura, el solape es una discontinuidad superficial que forma una muesca mecánica o concentradora de esfuerzos” (Ademinsac, 2010, p. 9).

Dos causas comunes del solape pueden ser la velocidad de desplazamiento insuficiente y la preparación incorrecta de metal base, casi siempre se considera rechazable, pero esto depende de una previa evaluación (Ademinsac, 2010, p. 9).

k. Fisuras

“Es definida como una fractura, un tipo de discontinuidad caracterizada por su terminación afilada y una alta relación de longitud y ancho a lo largo de la discontinuidad, pueden encontrarse en el metal de soldadura, debido al esfuerzo del material” (Ademinsac, 2010, p. 10).

Las fisuras a menudo se inician en las concentraciones de esfuerzos causados por discontinuidades o cerca de otras muescas mecánicas asociadas con el diseño de piezas soldadas. (Ademinsac, 2010, p. 10).

I. Socavaciones

“Es una acanaladura o ranura fundida adyacente al material base al pie de la soldadura o raíz de la junta, que no es llenado por el metal de soldadura, esta ranura crea una muesca mecánica, la cual es concentradora de esfuerzos” (Ademinsac, 2010, p. 11).

Quando el socavado es controlado dentro de los límites de las especificaciones, esta no es considerada un defecto de soldadura. Las socavaciones son generalmente asociadas con inadecuadas técnicas de soldadura, excesiva corriente durante el soldeo o ambos. (Ademinsac, 2010, p. 11).

m. Inclusión de Escoria

“Las inclusiones de escoria son productos no metálicos resultantes de la disolución mutua del fundente y las impurezas no metálicos en algunos procesos de soldadura y soldadura fuerte” (Ademinsac, 2010, p. 12).

En general, las inclusiones de escoria se pueden encontrar en las soldaduras realizadas con cualquier proceso de soldadura por arco que emplea fundente como un medio de protección, las inclusiones de escoria son resultado de las técnicas de soldadura inadecuadas, la falta de acceso adecuado para la limpieza de la junta, o inadecuada limpieza entre pasadas. (Ademinsac, 2010, p. 12).

n. Arc Strikes

“Es una discontinuidad que consiste en un metal fundido localizado en cualquier parte, metal afectado térmicamente, o cambio en el perfil de la superficie de cualquier parte de una soldadura o metal base como resultado de un arco” (Ademinsac, 2010, p. 13).

El Arc Strikes es ocasionado cuando el arco de soldadura es iniciado en la superficie del metal base, fuera de la unión soldada, ya sea de forma intencional o accidentalmente. Cuando esto ocurre, hay un área localizada de la superficie del metal base que es fundida y rápidamente enfriada debido a la disipación de calor ocasionado por la mayor área del metal base,

los Arc Strikes no son deseados y son inaceptables, debido a que estos pueden contener fisuras. (Ademinsac, 2010, p. 13).

o. Salpicaduras

“La salpicadura consiste en partículas de metal expulsadas durante la fusión de la soldadura, estas no forman parte de la soldadura, sólo las salpicaduras que se adhieren al metal de base es motivo de preocupación para el inspector visual” (Ademinsac, 2010, p. 15).

Normalmente las salpicaduras no se consideran un defecto grave a menos que su presencia interfiere con las operaciones subsiguientes especialmente exámenes no destructivos, o la capacidad de servicio de la pieza puede indicar que el proceso de soldadura esté fuera de control (Ademinsac, 2010, p. 15).

p. Melt-Through

“Es un refuerzo visible de la raíz producido en una junta de soldadura soldada desde un lado. Melt-Through es generalmente aceptable, a menos que se tenga un refuerzo excesivo de la raíz” (Ademinsac, 2010, p. 16).

1.3.3 Ensayos No Destructivos

Son métodos que se emplean para la evaluación y detección de discontinuidades superficiales y sub superficiales de los materiales sin destruirlos o alterar de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. (Ademinsac, 2010, p. 98).

Tipos de Ensayos No destructivos:

- Inspección visual.
- Tintas penetrantes.
- Radiografía:
- Partículas magnéticas.
- Ultrasonido. (Convencional, Phased Array, Ondas Guiadas).

a. Inspección Visual

“La mayor parte de la información procedente del mundo exterior, llega a los seres humanos a través del canal visual, y con esta información se suministran resultados de ensayos en forma inmediata, en algunos casos dependiendo de una evaluación previa” (Ademinsac, 2010, p. 102 - 105).

El sentido de la Vista facilita sensaciones acerca de las posiciones de las agujas indicadoras, diagramas u otras representaciones gráficas, etc. a partir de las cuales se infiere una realidad física, sin embargo, la vista puede proporcionar información de primera mano inalcanzable por otros medios. En el ensayo de materiales, materiales, “ver” un objeto industrial, proporciona generalmente una cantidad de información muy superior a la alcanzable por otros medios más complicados. Esto suele pasar desapercibido por la razón obvia, de que esa información se adquiere sin esfuerzo aparente por quien examine por esto la Inspección Visual (VT). Siempre debe ser considerada como la primera alternativa de inspección. Es uno de los métodos más antiguos y ampliamente usados en los Ensayos no Destructivos. Ha sido usada para la inspección de partes que van desde una bujía de encendido en un automóvil común hasta los componentes más complejos de una aeronave, recipientes a presión, maquinas en general, etc. (Ademinsac, 2010, p. 102 - 105).

Realización correcta de la Inspección Visual.

Ademinsac (2010, p. 108), Siendo más importante las características específicas, o sea la capacidad visual del operador y su experiencia, para la realización correcta de una inspección visual requiere lo siguiente:

- ❖ Conocimientos teóricos
- ❖ Experiencia.
- ❖ Facultades físicas generales.
- ❖ Facultades físicas específicas.
- ❖ Características psicológicas.

❖ Factores económicos.

En la Inspección Visual (VT) el ojo debe estar entre 10-24 pulgadas del objeto y posición a un ángulo no menos de 30 grados a la superficie de inspección y ya que nadie posee visión perfecta es necesario verificar si existe corrección en la misma y mantenerse bajo control del optómetra. (Ademinsac, 2010, p. 108),

El Ensayo Visual está compuesto de cinco elementos

- ❖ El Inspector
- ❖ El Objeto de ensayo
- ❖ El instrumento óptico
- ❖ Iluminación
- ❖ Método de Registro

Los factores que afectan al Inspector son el Entrenamiento y su Agudeza Visual. El objeto del ensayo determina la especificación para el instrumento a usar en el ensayo visual y la iluminación requerida. (Ademinsac, 2010, p. 106 - 108).

Instrumentos de medición usados para la Inspección

Pie de Rey

Los pies de rey son instrumentos de medición de mayor precisión los cuales son capaces de realizar medidas en unidades decimales hasta un factor de precisión de 0.01mm. (Ademinsac, 2010, p. 109).

Micrómetros

Un micrómetro puede ser usado con seguridad hasta una medida dentro de 0.0001 de una pulgada de exactitud. El micrómetro opera con el principio del tornillo de exactitud hecho con una inclinación de 40 roscas por pulgada pudiendo acercarse (.025) de la pulgada con cada vuelta completa y con estos micrómetros podemos tomar medidas externas e internas de piezas. (Ademinsac, 2010, p. 109).

Kit de Inspección Visual

Las más usadas son: reglas, escuadras, galgas, lupa, medidor de Pits.

Figura 6



Kit de Inspección Visual

Calificación del Personal

Existen esquemas de certificación de personal que deben para esto se tiene:

ASNT RP No. SNT-TC-1A de Calificación y Certificación de personal END.

ISO 9712 de Calificación y Certificación de personal END.

Todos los códigos ASME y API hacen referencia de la ASNT (SNT-TC-1A) y ASNT ACCP, (equivalente ISO 9712, EN 473, NAS 410) para el cumplimiento de certificación de los Niveles I, II y III que deben ejecutar los ensayo Visuales.

Actualmente los inspectores de soldadura AWS CWI (equivalentes Nivel 2 ISO) pueden ser equivalentes a un inspector VT Nivel II dentro de las restricciones del procedimiento interno de la empresa, ara sus fines específicos de ensayo visual, esto es debido a que estos inspectores están enfocados en soldadura, y a inspección de materiales base, conocimientos de corrosión y otros mecanismos de degradación de equipos y líneas de procesos requiere una formación y calificación adicional. (Ademinsac, 2010, p. 152).

b. Ultrasonido

“El sonido es la propagación de energía mecánica (vibraciones) a Través de sólidos, líquidos y gases y la factibilidad con la cual viaja el sonido depende, sobre todo, de su frecuencia y la naturaleza del medio” (Ademinsac, 2010, p. 200).

El principio en el que se basa la inspección por ultrasonido es el hecho que materiales diferentes presentan diferentes “Impedancias Acústicas”, con frecuencias mayores al rango audible (16 a 20,000 ciclos/segundo) es conocido con el nombre de “Ultrasonido”, el cual se propaga a través de la mayoría de medios sólidos y líquidos, considerados como medios elásticos y sus frecuencias mayores a 100,000 ciclos/segundos, y gracias a su energía, el ultrasonido forma un haz, similar a la luz, por lo que puede ser utilizado para rastrear el volumen de un material. Un haz ultrasónico cumple con algunas de las reglas físicas de óptica por lo que puede ser reflejado, refractado, difractado y absorbido. (Ademinsac, 2010, p. 153).

Inspección Ultrasónica

“La onda ultrasónica se transmite y se propaga dentro de una pieza hasta que es reflejada y regresa a un receptor, proporcionando información acerca de su recorrido basándose en la cantidad de energía reflejada y en la distancia recorrida” (Ademinsac, 2010, p. 154).

Inspección Ultrasónica

Cuando se lleva a cabo una inspección por el método de ultrasonido industrial se requiere del uso de un Sistema de Inspección Ultrasónica, que consiste de los componentes básicos mencionados a continuación:

- ❖ Generador de la señal eléctrica, un instrumento ultrasónico.
- ❖ Conductor de la señal eléctrica, un cable coaxial.
- ❖ El accesorio que convierte la señal eléctrica en mecánica y/o viceversa, transductor ultrasónico.

- ❖ Medio para transferir la energía acústica a la pieza y viceversa, acoplante acústico.
- ❖ Pieza inspeccionada.

Figura 7

Fuente: (ADEMINSAC, 2010).



Dakota para mediciones ultrasónicas

El diseño de los componentes y su arreglo dependen, en primer lugar, de las características específicas de propagación de la onda ultrasónica que son utilizadas para la detección y medición de las propiedades de la pieza. (Ademinsac 2010, p, 208).

Naturaleza de las Ondas Ultrasónicas

El haz sónico es reflejado por las superficies y se refleja cuando cruza una frontera entre dos cuerpos con características diferentes, al encontrar un obstáculo o un borde se difracta, actúa dependiendo del tipo superficie que se está analizando, si es rugosa la señal se dispersa. Dependiendo del material que se esté analizando, la amplitud, modo de vibración, frecuencia, periodo y velocidad de onda cambia.

Los ensayos no destructivos de ultrasonido pueden realizarse según diferentes métodos o técnicas. La elección de uno u otro método dependerá de las características geométricas y estructurales de los defectos más probables, de la accesibilidad de estos, etc. (Ademinsac, 2010, p. 210).

Longitud de onda

Longitud de onda es la distancia entre dos planos en los que las partículas se encuentran en el mismo estado de movimiento. Es inversamente proporcional a la frecuencia. Conociendo la longitud de onda se puede determinar el tamaño del defecto más pequeño detectable.

Frecuencia

La frecuencia de una onda de sonido es una medida del número de vibraciones por segundo de un punto determinado. Su magnitud está dada por el palpador.

Amplitud

Es el desplazamiento máximo de una partícula desde su posición cero o de equilibrio.

Impedancia acústica

La impedancia acústica es la resistencia que oponen los materiales al paso de una onda ultrasónica. Es el producto de la velocidad máxima de vibración por la densidad del material.

Tipo de onda

Las partículas que forman la red pueden ser desplazadas de su posición de equilibrio describiendo oscilaciones con trayectorias diversas, en función de la energía mecánica aplicada, originando los siguientes tipos de onda.

Acoplantes

El acoplante es un medio que se interpone entre el palpador y la superficie de la pieza a inspeccionar para mejorar el acoplamiento acústico de forma que la onda generada y la receptora por el palpador sufran la menor pérdida de energía posible.

c. Phased Array

Es un método de escaneo e imagen industrial difiere de los transductores ultrasónicos convencionales monocristalinos ya que permiten el control electrónico de haces de ultrasonido. Los arreglos consisten en una serie de elementos transductores individuales, cada uno con cable por separado, retardo de tiempo y aislados eléctricamente, los arreglos suelen ser pulsadas en grupos para permitir la "phaseado", o la interferencia constructiva-destructiva. (Rimoldi, 2012, p. 12).

Figura 8



Fuente: (Rimoldi, 2012).

Equipo de Ultrasonido Phased Array

Aunque principalmente un método de ultrasonido genera y recibe señales, Phased Array es también un método de escaneo e imagen. Mientras que algunos patrones de escaneo emulan la tecnología manual, otros escaneos (por ejemplo, S-scan) son exclusivos de Phased Array. Con sus diferentes características y capacidades, Phased Array requiere configuraciones y las normalizaciones

especiales, los que se refiere a esta práctica. El software comercial permite al operador realice rápidas configuraciones sin un conocimiento detallado de los requisitos de fase.

Cada unidad de búsqueda de Phased Array consiste en una serie de elementos transductores individualmente cableados sobre una cuña que se activan por separado utilizando un patrón de tiempo de retardo pre-seleccionable. Con un tiempo de retardo lineal entre los impulsos del transmisor, un campo de sonido inclinado se genera. Variando el ángulo de refracción requiere una variación de la distribución lineal del tiempo de retardo. Dependiendo del diseño de la unidad de búsqueda, es posible variar electrónicamente ya sea el ángulo de incidencia o el ángulo lateral / inclinación. En el modo de recepción, la energía acústica es recibida por los elementos y las señales se someten a un proceso de adición utilizando el mismo patrón del tiempo de retardo que se utilizó durante la transmisión. (Rimoldi, 2012, p. 09 - 11).

La medición del defecto se realiza normalmente mediante la medición de la extensión vertical (en el caso de grietas) o la distancia de la sección transversal (en el caso de defectos volumétricos o plana) en los niveles 6dB una vez que la falla ha sido aislada y normaliza la imagen. Dimensionado y análisis Tándem utiliza técnicas similares a pulso-eco, pero proporciona imágenes que son más fáciles de interpretar, la reflexión especular se utiliza para defectos orientados perpendicularmente a la superficie. Para las fisuras y defectos planares, el resultado debe ser verificado mediante difracción de punta de fisuras de las señales de los extremos superior e inferior de la falla, ya que el enfoque Phased Array con reconstrucción tomográfica es más sensible a las indicaciones de fallas de punta y es capaz de dar una clara reconstrucción de la imagen de estos fenómenos de refracción. Al igual que con otras técnicas, el proceso de Phased Array supone un

material isótropo y homogéneo cuya velocidad acústica es constante y conocida con exactitud.

Escaneos sectoriales (S-scan) con Phased Array proporciona un abanico de series de ángulos de haz desde un solo punto de emisión que puede cubrir toda o parte de una soldadura, dependiendo del tamaño de unidad búsqueda, geometría de la junta, y el grosor de la sección. Una serie de ángulos de haz puede demostrar defectibilidad bien de los agujeros perforados de lado porque son reflectores omnidireccionales. Esto no es necesariamente el caso de reflectores planares (por ejemplo, falta de fusión y grietas) cuando se utilizan técnicas escaneo lineal donde el haz podría estar mal orientado al punto de que no puede ser detectada la falla. Esto es particularmente cierto para secciones más gruesas cuando se utiliza la técnica de escaneo linear. (Rimoldi, 2012, p. 12 - 24).

Phased Array se puede utilizar de diferentes maneras: análisis lineal manual, y muestra diferentes pantallas o combinaciones de estas. En el escaneo manual, la pantalla dominante será una S-scan con la correspondiente A-scan. S-scan tienen la ventaja sobre E-Scan dado que todos los ángulos de inspección especificados pueden ser cubiertos al mismo tiempo. (Ademinsac, 2010, p. 223).

De Phased Array para las inspecciones de soldadura por ultrasonidos son:

Más rápido de escanear debido a los múltiples ángulos obtenidos en pantalla al mismo tiempo,

Mejor imagen de la verdadera profundidad S-scan

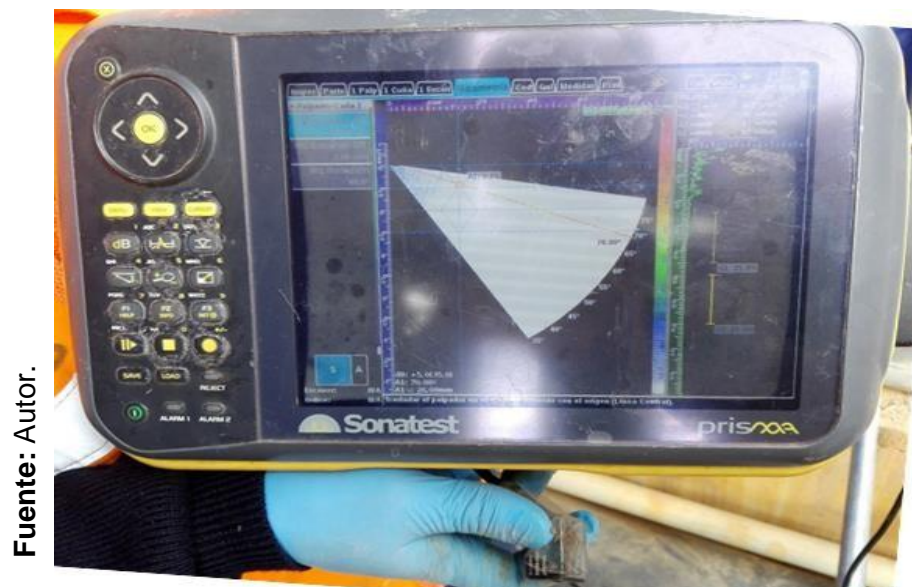
Rápidas y reproducibles configuraciones con los instrumentos electrónicos. (Ademinsac, 2010, p. 223).

Calibración del Equipo Phased Array

Rango. La pantalla del instrumento se ajustará utilizando el A-Scan de cada ley de focalización utilizada para proporcionar una indicación precisa de los viajes de sonido en el material de prueba. El Rango de la estandarización debe incluir la corrección por el tiempo de viaje en la cuña para que la posición de profundidad cero en la pieza de ensayo sea indicada con precisión para cada ley de focalización. (Ademinsac, 2010, p. 226).

La Linealidad de base de tiempo y la precisión se verificará de acuerdo con las directrices en la práctica E 2491, E 317 o de la práctica, o ambas. El Volumen corregido por las pantallas B-scan o S-scan deberá indicar la verdadera profundidad de objetivos conocidos a menos de 5% de la profundidad física o 3 mm, lo que sea menor. (Ademinsac, 2010, p. 227).

Figura 9

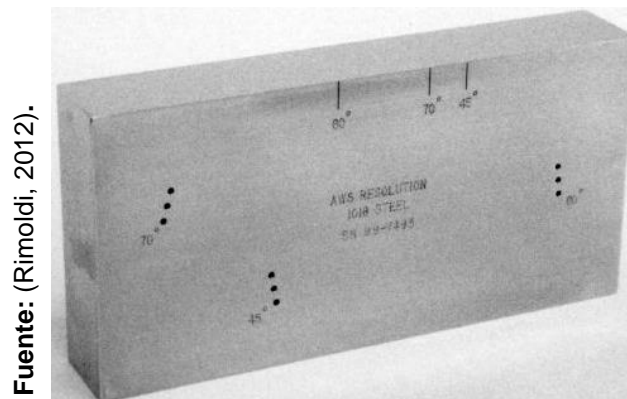


Calibración de equipo Phased Array

El Rango de normalización debe establecerse utilizando las superficies de radio en los bloques de referencia tales como el

bloque IIW y los bloques deben ser hechos del mismo material o material acústicamente similar a la pieza de ensayo.

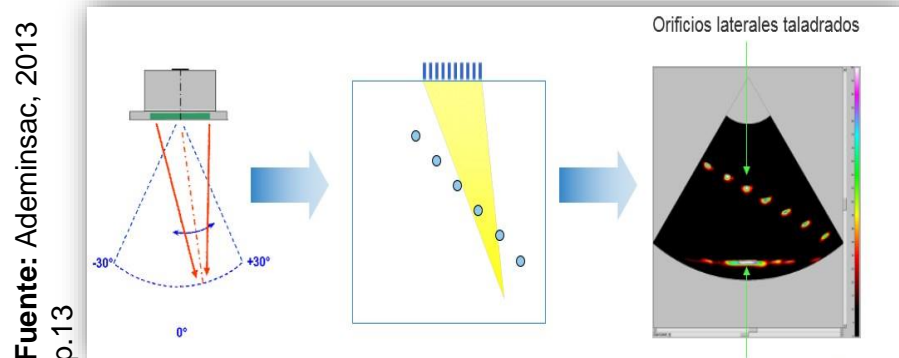
Figura 10



Patrón de discontinuidades.

Los bloques de calibración básica indicados en el anexo I deben ser utilizados como referencia. Los bloques de calibración aprobados deben ser asignados con un número de control, que debería aparecer en el informe final de inspección ultrasónica.

Figura 11

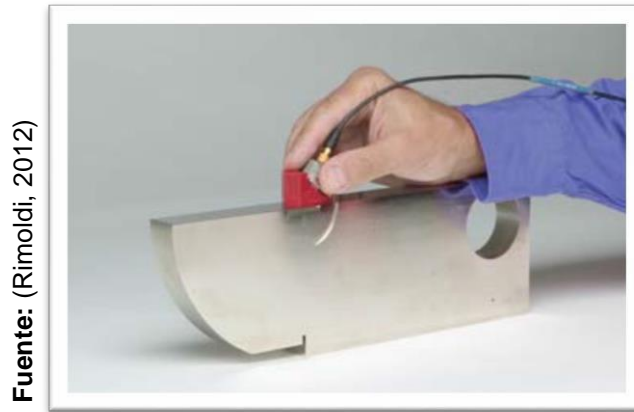


Calibración del HAZ

La calibración a ser realizada con el Bloque de calibración tipo IIW o tipo DSC (calibración de distancia y sensibilidad), la pantalla se calibra en un

rango de 4" (100 mm), 5" (125 mm), 10 "(250 mm), etc., pero antes de comenzar la calibración del equipo, lo siguiente debe ser verificado:

Figura 12



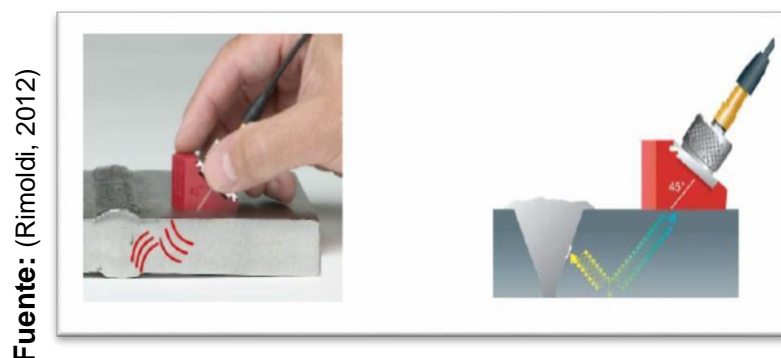
Patrón de discontinuidades.

- ❖ Cada calibración para la inspección se hará con Control de Rechazo en Cero.
- ❖ La calibración se llevará a cabo antes y en el lugar de la inspección.
- ❖ Vuelva a calibrar si el operador cambia, después de 30 minutos de prueba, o si los accesorios del equipo de ultrasonido se cambian.
- ❖ Cada calibración para la inspección se hará con Control de Rechazo en Cero.
- ❖ La calibración se llevará a cabo antes y en el lugar de la inspección.
- ❖ Vuelva a calibrar si el operador cambia, después de 30 minutos de prueba, o si los accesorios del equipo de ultrasonido se cambian. (Carpena G, 2014, p.25-27).

Cabezales angulares

Los cabezales angulares utilizan una interfase en forma de cuña la cual genera un ángulo entre el haz emitido y la normal a la superficie analizada. Esto introduce ondas refractadas de corte en el material al mismo tiempo que dichas ondas son reflejadas en las paredes de la pieza mejorando la detección de imperfecciones en cordones de soldaduras. También son utilizados para generar ondas de superficie para detectar defectos superficiales. Pueden ser adquiridos con diferentes ángulos fijos o en versiones ajustables. Hay que prestar especial atención que los que poseen ángulos fijos el ángulo de refracción de la onda cambiará según el material utilizado. (Rimoldi C, 2009, p.21-22).

Figura 13



Cabezales angulares

Procedimiento Pulso-Eco

Este procedimiento utiliza la porción reflejada del sonido para evaluar los defectos. El cabezal piezoeléctrico funciona tanto como emisor como receptor. Como la energía recibida es mucho más débil que la emitida, aquí no puede operarse sobre la base de sonido continuo, se emplean exclusivamente impulsos de sonido. Un impulso eléctrico de cortísima duración genera una análoga onda ultrasónica, inmediatamente después, mientras aún se está propagando la onda el mismo oscilador está listo para la recepción. La onda penetra el material hasta que, como resultado de una superficie límite, tiene lugar una reflexión total o parcial. (Rimoldi, 2012).

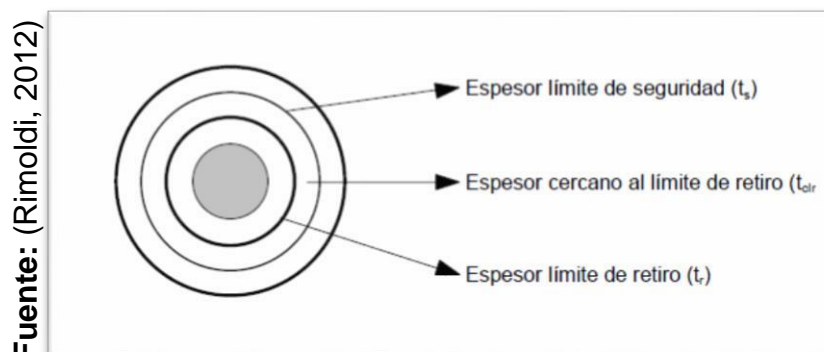
d. Tubería de acero al carbono API 5L / ASTM A53 / A106

Los tubos para conducción de fluidos tales como agua, vapor, gas y aire a altas presiones, son fabricados bajo la norma ASTM A 53. Estos tubos son aptos para operaciones que involucran doblado, rebordeado y cualquier otra formación en frío. Para validar las exigencias de las normas de fabricación el fabricante realiza ensayos y verificación en los tubos procesados en sus instalaciones. En el caso de conducción de fluidos se realizan ensayos dependiendo de la designación comercial del tubo y acabados Negro (acabado de laminación o con protección de aceite inhibidor de la oxidación). Galvanizado (recubiertos de Zinc). Barnizado (película protectora para conservación de los tubos en traslados bajo condiciones especiales o por requerimientos del cliente). El galvanizado del tubo en su superficie interna y externa se realiza a través de un proceso de inmersión en caliente. (VEMACERO, 2008, p. 36).

Espesor cercano al límite de retiro (t_{clr})

Se determina considerando t_r y t_s , siendo el intervalo de espesores que se encuentra entre el espesor límite de retiro (t_r) y el espesor límite de seguridad (t_s). (PEMEX, 2009, p. 3).

FIGURA 14



Espesores

Vida útil estimada (VUE)

Tiempo promedio que debe transcurrir antes de que el circuito de tubería o recipiente a presión, llegue a su límite de retiro. Se debe calcular de acuerdo a lo siguiente: (PEMEX, 2009, p. 4).

$$VUE = \frac{ek - Lr}{d}$$

Donde:

<i>VUE</i>	=	Vida útil estimada
<i>ek</i>	=	Espesor encontrado en la localidad medida.
<i>Lr</i>	=	Límite de retiro del elemento.
<i>d</i>	=	Velocidad de desgaste en la localidad medida

La vida útil del componente se debe calcular considerando cada uno de los puntos de medición y no un promedio de mediciones).

La vida útil del elemento se define por la VUE más corta de los puntos medidos.

La vida útil del circuito se define por la VUE más corta de los elementos medidos. (PEMEX, 2009, p. 4).

Espesor mínimo requerido por condiciones estructurales de seguridad del componente (te).

Es el espesor mínimo requerido considerando la compensación debido a cargas externas (Fluido, claro entre soportes, peso propio del componente, vibración, entre otros), a las que está expuesta el componente y cuando existan mecanismos con daños diferentes al desgaste uniforme, no se debe manejar el concepto de espesor mínimo requerido por condiciones estructurales. (API510, 2006, p.65).

FIGURA 15

Fuente: Api 510,2006

Especificación del material	Espesor de pared nominal		Espesor estructural (t _e)		Ø Nominal		Espesor estructural (t _e)		Espesor de pared nominal		Especificación del material
			20%				20%				
	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	
ASTM A 106 Gr B Ced. 160	4,775	0,188	0,965	0,038	12,700	0,500	0,965	0,038	4,775	0,188	ASTM A 106 Gr B Ced. 160
	5,563	0,219	1,118	0,044	19,050	0,750	1,118	0,044	5,563	0,219	
ASTM A 106 Gr B Ced. 80	4,547	0,179	0,914	0,036	25,400	1,000	1,270	0,050	6,350	0,250	ASTM A 106 Gr B Ced. 80
	4,851	0,191	0,965	0,038	31,750	1,250	1,270	0,050	6,350	0,250	
	5,080	0,200	1,016	0,040	38,100	1,500	1,422	0,056	7,137	0,281	
	5,537	0,218	1,118	0,044	50,800	2,000	1,753	0,069	8,738	0,344	
ASTM A 106 Gr B Cedula 40	5,156	0,203	1,041	0,041	63,500	2,500	1,397	0,055	7,010	0,276	ASTM A 106 Gr B Cedula 8 0
	5,486	0,216	1,092	0,043	76,200	3,000	1,524	0,060	7,620	0,300	
	5,740	0,226	1,143	0,045	88,900	3,500	1,626	0,064	8,077	0,318	
	6,020	0,237	1,194	0,047	101,600	4,000	1,702	0,067	8,560	0,337	
	6,553	0,258	1,321	0,052	127,000	5,000	1,905	0,075	9,525	0,375	
	7,112	0,280	1,422	0,056	152,400	6,000	2,184	0,086	10,973	0,432	
	8,179	0,322	1,626	0,064	203,200	8,000	2,540	0,100	12,700	0,500	
	9,271	0,365	1,854	0,073	254,000	10,000	3,023	0,119	15,088	0,594	
	10,312	0,406	2,057	0,081	304,800	12,000	3,505	0,138	17,475	0,688	
	11,125	0,438	2,235	0,088	355,600	14,000	3,810	0,150	19,050	0,750	
	12,700	0,500	2,540	0,100	406,400	16,000	4,293	0,169	21,438	0,844	
	API ESTÁNDAR Gr B	12,700	0,500	2,540	0,100	457,200	18,000	4,140	0,163	20,650	
14,300		0,563	2,870	0,113	508,000	20,000	4,445	0,175	22,225	0,875	
15,875		0,625	3,175	0,125	558,800	22,000	4,445	0,175	22,225	0,875	
15,875		0,625	3,175	0,125	609,600	24,000	5,080	0,200	25,400	1,000	
19,050		0,750	3,810	0,150	660,400	26,000	5,080	0,200	25,400	1,000	
19,050		0,750	3,810	0,150	711,200	28,000	5,080	0,200	25,400	1,000	
19,050		0,750	3,810	0,150	762,000	30,000	6,350	0,250	31,750	1,250	
19,050		0,750	3,810	0,150	812,800	32,000	6,350	0,250	31,750	1,250	
20,625		0,812	4,115	0,162	863,600	34,000	6,350	0,250	31,750	1,250	
22,225		0,875	4,445	0,175	914,400	36,000	7,315	0,288	36,525	1,438	
22,225		0,875	4,445	0,175	965,200	38,000	7,315	0,288	36,525	1,438	
23,825		0,938	4,775	0,188	1016,000	40,000	7,315	0,288	36,525	1,438	
23,825		0,938	4,775	0,188	1066,800	42,000	7,315	0,288	36,525	1,438	
CLASE 300 R.F. 0-5102 kPa (0-740 lb/pulg²)					CLASE 600 R.F. 5109-10204 kPa (741-1480 lb/pulg²)						

Espesores mínimos de retiro por condición estructural (API510, 2006).

El espesor mínimo requerido considerando la compensación debido a cargas externas (Fluido, claro entre soportes, peso propio del componente, vibración, entre otros), a las que está expuesta el componente. (API510, 2006)

1.4 Formulación del problema

¿Es posible evaluar la integridad mecánica de tuberías y juntas soldadas de acero mediante ensayos no destructivos en tubería cianurada de Gold Mill Yanacocha?

1.5 Justificación del estudio

Justificación técnica, ante la temida crisis mundial hoy por hoy la parada intempestiva de plantas, por daños y deterioro de los equipos, es un lujo que las empresas en general no se pueden dar, estas deben de ser programadas por el cuerpo técnico de las mismas, a fin de que la producción no se detenga, de darse una parada no programada, significa mayores tiempos de entrega, menor producción, tiempos muertos, entre otros, es por eso que la selección de los materiales utilizados en todas las etapas de un proceso productivo deben de ser de primera, no solo de los materiales si no de los tratamientos y/o recubrimientos de estos, deben de estar a la altura de los materiales, la confianza en los proveedores y prestadores de servicios, o las llamadas alianzas estratégicas hoy son una herramienta sumamente útil, lo cual significa que debemos de confiar con el grupo humano de trabajo que nos rodea dentro de las instalaciones de la empresa como fuera de ella; a su vez este grupo humano debe de estar a la altura de nuestras expectativas, ellas tienen la obligación en la actualidad de ofrecer cada día un mayor y mejor servicio, de estos depende la existencia de solo de esa empresa si no probablemente también de la nuestra.

Justificación económica, se debe tener en cuenta que toda actividad industrial y más aún en los procesos de traslado de sustancias peligrosas, van a existir riesgo permanente, los mismos que deben ser identificados y anticiparse a sus fallas, así minimizar costos que benefician a la empresa, pues la presencia de fallas en las tuberías de acero conlleva a elevar los gastos en reparación o cambio de tramos de tubería.

Justificación social, para el bien social debemos contar con un plan de mantenimiento preventivo, para brindar seguridad a los trabajadores, asimismo brindar confianza a los pobladores de zonas aledañas los cuales están en contacto constante con las tuberías que transportan solución

cianurada, por ello aplicamos normas nacionales e internacionales que prevén este tipo de fallas mediante ensayos no destructivos.

Justificación ambiental, el cianuro es una sustancia sumamente toxica; una dosis del tamaño de un grano de arroz es letal para los animales y seres humanos y los derrames de cianuro han causado desastres ambientales en distintas partes del mundo, muchas veces irreversible. A pesar de ello, las grandes empresas mineras lo utilizan para separar el oro de las rocas porque es la única alternativa rentable a gran escala, por ello aplicar un mantenimiento preventivo a estas tuberías que acarrean solución cianurada, minimizaría los impactos ambientales.

1.6 Hipótesis

Mediante el método de ensayos no destructivos se podrá evaluar fehacientemente la Integridad Mecánica de tuberías y juntas soldadas de acero en tubería cianurada Gold Mill.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

Evaluar la integridad mecánica de secciones de tubería de acero y cordones de soldadura mediante ensayos no destructivos

1.7.2 Objetivos Específicos

- a. Verificar las condiciones operativas de las tuberías que transportan la solución cianurada.
- b. Aplicar ensayos no destructivos.
- c. Evaluar la información obtenida e Informar sobre las condiciones, reparación y el futuro mantenimiento periódico de las tuberías.
- d. Evaluar el costo

CAPITULO II MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

La presente investigación cuenta con las siguientes características:

De acuerdo al fin que persigue : Aplicada

De acuerdo a la técnica de contrastación : Experimental

2.2. Variables, Operacionalización.

2.2.1. Variable Independiente:

Ensayos no Destructivos

2.2.2. Variable Dependiente:

Evaluación de la integridad Mecánica

2.2.3. Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	Son métodos que se emplean para la evaluación y detección de discontinuidades superficiales y Sub superficiales en los materiales sin destruirlos o alterar su utilidad. (ADEMINSAC, 2010, p. 98).	Se determina aplicando las técnicas: Inspección Visual Inspección por Ultrasonido Inspección Mediante Phased Array Con personal calificado según SNT-TC-1A	Inspecciones	Inspección Visual	Observación	Registro de Observación
			Mediciones	Mediciones Ultrasónicas	Observación	Registro de Observación
			Condición	Aceptado Rechazado	Evaluación	Registro de Observación
VARIABLE DEPENDIENTE Evaluación de la Integridad Mecánica	Capacidad de operar bajo condiciones establecidas; sin riesgo de fallas (Romero, 2013, p. 19).	Es el conjunto de acciones y operaciones relacionadas con la mejora de la gestión de mantenimiento respecto a la disponibilidad mecánica, confiabilidad y mantenibilidad.	Condición	Accesibilidad	Observación	Registro de Observación
			Ciclo de Vida	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo del activo funcionando límite de retiro 	Calculo de la vida remanente	Registro de Observación
			Mantenimiento	Desgaste periódico	Evolución Constante	Registro de Observación

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra.

2.3.1. Población

La población a ser objeto de estudio será las tuberías de acero al carbono de 12" montadas en la Operación, ya que es aquí donde se realizará el análisis de los mismos. El número de población en la Operación es de 1792.99 m las cuales están distribuidos en 9 tramos, según las características de trabajos, se evaluarán solo los más críticos para la operación, y que han sido hallados a través del análisis de criticidad.

2.3.2. Muestra

Por la cantidad de tramos, se utilizará muestra 600.64 m de tubería de acero de 12" de diámetro, realizando un registro de cada uno de ellos.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1 Técnicas de Recolección de Datos:

Las técnicas e instrumentos de recolección que se utilizarán en esta investigación son:

a. Revisión Documental: Esta técnica nos ayudará a obtener información relacionada con el tema de la investigación, todo esto gracias a libros, tesis de licenciatura, tesis de maestría, publicaciones en el internet.

b. Historial de reparaciones: Con esta técnica podemos obtener información del historial de reparaciones de tuberías que nos permitirá evaluar las cantidades de reparaciones de tuberías de acero afectadas anualmente que servirán para la producción de servicios de pruebas mediante Phased Array.

c. Encuestas: Aplicando encuestas al personal encargado de las reparaciones y mantenimiento de tuberías de acero al carbono, ya que podemos conocer los trabajos realizados y poder analizar las necesidades en las instalaciones de la empresa.

2.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos:

a Hoja de encuesta:

Se realizará al personal técnico de la empresa para conocer las necesidades para mejorar la calidad del servicio de reparación de tuberías.

b. Guía de análisis de documentos

Se revisará información estadística de reparación de tuberías de acero y se utilizará el software Microsoft Excel para el análisis estadístico de los datos.

2.4.3 Validez y Confiabilidad

Validez: La validación del siguiente proyecto de investigación se haría mediante la propuesta de evaluar la integridad mecánica de tuberías, teniendo en cuenta que para el presente trabajo de investigación la información obtenida es del tipo primario y secundario basándonos en datos obtenidos directamente de campo y datos obtenidos por terceros.

Confiabilidad: La presente investigación científica empleará instrumentos para la investigación ya validados por autores que han realizado estudios relacionados al tema por lo consiguiente se está citando a los autores añadiendo año de publicación y número de página de la cual se obtiene la información presentada.

2.5 Métodos de análisis de datos.

2.5.1 Método de la investigación

El método utilizado es el método de investigación científica, para lo cual, se va a seguir una serie de etapas a las que hay que recorrer para obtener un conocimiento válido desde el punto de vista científico, utilizando para esto instrumentos que resulten fiables.

2.5.2 Diseño de la investigación

La investigación que se desarrolla presenta el diseño no experimental - longitudinal, porque analiza los cambios a través del tiempo de determinadas variables, sucesos, contextos o bien de las relaciones entre estas.

2.6 Aspectos éticos

Confidencialidad: Todos los datos conseguidos de la Empresa Minera Yanacocha, serán tratados en absoluta confidencialidad y usados expresamente para éste trabajo.

Derechos de autor: Se respetará los Derechos de Autor, de acuerdo al Decreto Legislativo N. 822 – 1996, Ley sobre el derecho de Autor, siguiendo las autorizaciones y permisos correspondientes para tomar el material que sea usado para la presente investigación.

Citaciones: Todo tipo de material referencial para ésta investigación será citada, siguiendo los estándares ISO 690 y 690-2 y APA 6ta Edición, respectivamente.

Respeto: Cuando se haga la visita de campo a las instalaciones del Empresa Minera Yanacocha, se respetará las políticas y reglamentos establecidos por la compañía, para los visitantes.

Dignidad y cordialidad: En los casos de entrevistas personales a personal de planta, de supervisión y gerencias, se realizará con total respeto a la dignidad de las personas, sin vulnerar sus derechos y principios como persona.

CAPITULO III RESULTADOS

3.1 Verificar las condiciones operativas de las tuberías que transportan la solución cianurada.

Desde el día 20 de Agosto hasta el 09 de Setiembre del 2016, personal Técnico Calificado de la empresa ADEMINSAC se constituyó en las instalaciones de la Compañía minera YANACOCHA – PLANTA GOLD MILL, para verificar las condiciones y facilidades para una buena Inspección mediante técnicas de ensayos no destructivos, VT (inspección visual), UT (ultrasonido haz normal) y PA (Phased Array) a la tubería de Transporte de Solución cianurada desde planta Gold Mill a Pad de Cianuración, lo que permitirá determinar la evaluación de integridad y las condiciones de operación de acuerdo a las normas y códigos vigentes ASME B31.3; API 570

; API RP 571 y API RP574. La tubería de acero al carbono API 5L que transporta solución cianurada de Gold Mill al Pad la Quinua, tiene 12" de diámetro con una longitud de 1792.99m, divididas en 9 tramos. Con acceso a inspección 600.64 m y 1 192.35 m sin acceso a inspección debido a que la tubería está enterrada, (se detalla en el anexo 1).

La tubería de solución Cianurada, no cuentan con dossier de calidad que confirma la cantidad de años de servicio, por lo que se considerará para fines de cálculo del rate de corrosión y vida remanente 9 años en promedio.

Se tiene informado por el personal de planta que la tubería funciona a una presión máxima de trabajo de 400 PSI y un caudal de 1000m³/h.

El nivel del pH de la solución cianurada es ligeramente alcalino ya que al tomar la muestra nos da 09 de pH. (Revisar anexo 2 para detalles).

3.2 Aplicar Ensayos No Destructivos

Mediante el método END la inspección visual (VT), se determinó daños y evidencias de desgaste en la parte externa, así como desprendimiento de material y corrosión galvánica en las soporteria y abrazaderas que componen las mismas. Mediante la inspección de ultrasonido haz normal (UT) se evaluó cuantitativamente los espesores que conforman el sistema de tubería solución cianurada, específicamente en los sectores indicados por el ensayo de

manera horaria para la realización de los cálculos, que se utilizarán para determinar el rate de corrosión y vida útil de cada una de los diámetros inspeccionados. La medición de espesores se hace usando el modo B scan en los puntos, se ha tomado como referencia realizar 08 puntos alrededor de la tubería y con una distancia de 1 metro. Finalmente, mediante la inspección por Phased Array (PH) como método de escaneo de uniones soldadas para detectar discontinuidades, evaluarlas y caracterizar el modo de falla.

3.2.1 Inspección Visual

Los mecanismos de daño encontrados en el recorrido total de la tubería son: Se evidenció corrosión atmosférica (condición C3: Aceptable) en todos los tramos del recorrido; desde la salida de la planta Gold Mill hasta el Pad la Quinoa (De acuerdo API 571 sección 4.3.2), (detalle ver **anexo 3**).

Fuente: API 571, 2014

<i>Tabla 4.3 Ejemplos de ambientes exteriores y su categoría</i>	
C1	Se considera que ningún ambiente exterior corresponde a esta categoría
C2	Áreas rurales con baja polución de contaminantes
C3	Atmósferas industriales y urbanas con polución moderada de dióxido de azufre. Áreas costeras con baja salinidad
C4	Áreas costeras e industriales con salinidad moderada
C5I	Áreas industriales con alta humedad y atmósferas agresivas
C5M	Áreas costeras y fuera de la costa con alta salinidad

Tabla N° 1

Categoría de corrosión atmosférica

En el recorrido de los tramos, se evidenciaron zonas de concentración de agua por lluvias, lo cual genera una corrosión severa (Costras de corrosión parte inferior), así mismo no tenemos conocimiento de la eficiencia de los sistemas de protección catódica, lo cual está expuesto a sufrir daños estructurales, también se observa que los soportes de la tubería se encuentran deteriorados (sacos de arena) y no se encuentran debidamente distribuidos y a la vez no son los adecuados. El estándar MSS SP-58, en la tabla 4 del NPS determina la distancia máxima entre soportes para la tubería de 10" diámetro debe ser de 6.7 m. Como consecuencia de ello, el peso de la tubería puede influenciar en fatiga mecánica

como lo indica API 571 capítulo 4.2.16. También se puede observar que la tubería no cuenta con aislamiento para el pase de carretera, generando una condición de interface Suelo - Aire. La condición puede acelerar la corrosión de éste tramo como lo indica el API 570, párrafo 3.1.97.

Se evidencia Corrosión Microbiológica en el recorrido de la tubería interconectada, la cual puede generar daños según el API 571 sección 4.3.8., desde el inicio del tramo 3 y 5, Pits de corrosión desde 0.5 mm hasta 2 mm de profundidad a lo largo de la tubería, las cuales quedarán registrados en el reporte de ultrasonido (UT).

3.2.2 Inspección por Ultrasonido

El equipo que se utilizó para el desarrollo del ensayo fue un Ultrasonic Instrument modelo CTS – 9006 con un traductor de 5Mhz ya que ese tipo de traductor mide hasta un espesor de 25 mm, el acoplante fue Metilcelulosa. (Ver **anexo 4**)

Según norma API 574 nos brinda la recomendación por experiencia de los espesores mínimos estructurales para diferentes diámetros de tubería que están de acuerdo a norma API.

Tabla N°2

Fuente: API 574, 2014

NPS	Default Minimum Structural Thickness for Temperatures < 400 °F (205 °C) in. (mm)	Minimum Alert Thickness for Temperatures < 400 °F (205 °C) in. (mm)
1/2 to 1	0.07 (1.8)	0.08 (2.0)
1 1/2	0.07 (1.8)	0.09 (2.3)
2	0.07 (1.8)	0.10 (2.5)
3	0.08 (2.0)	0.11 (2.8)
4	0.09 (2.3)	0.12 (3.1)
6 to 18	0.11 (2.8)	0.13 (4.8)
20 to 24	0.12 (3.1)	0.14 (5.6)

Rango
empleado
en campo

Rango de Espesores mínimos y espesores mínimos de alerta

Según tabla API 574 el espesor mínimo de retiro es 2.8 mm. Si está trabajando a temperaturas menores a 400° Fahrenheit, sin embargo, nos

dice que para prevenir una posible falla o en todo caso anticiparse a una posible falla el espesor de retiro debería ser por encima del espesor mínimo de retiro 4.8 mm para una tubería de 12” de diámetro.

Tramo	Línea	Tubo	Espesor
I	Gold Mill - 9060	T4	3.80 mm
	Gold Mill - 9060	T8	3.20 mm
	Gold Mill - 9060	T9	4.12 mm
	Gold Mill - 9060	T14	4.49 mm
V	Gold Mill - 9060	T10	3.80 mm
	Gold Mill - 9060	T11	4.45 mm
	Gold Mill - 9060	T13	4.72 mm
	Gold Mill - 9060	T14	3.99 mm

Cuadro 3.3

Cuadro de tuberías con espesores mínimos encontrados

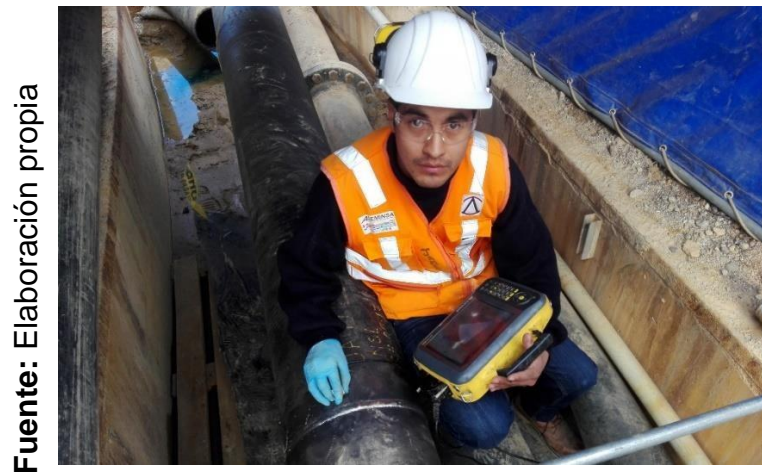
Como se puede apreciar en el cuadro 3.3 en el tramo I, tenemos 4 tuberías para cambiar inmediatamente ya que llegaron a su espesor mínimo de retiro, en el tramo V, tenemos 4 tuberías que también llegaron al espesor mínimo de retiro y que deben cambiarse inmediatamente, La longitud que se cambiara inmediatamente es 40.75 m (revisar **anexo 4** para verificar detalladamente).

3.2.3 Inspección por Phased Array

El equipo que se utilizó para el desarrollo del ensayo fue un SONATEST D20+ y su respectivo transductor SIUI P2.5-20 y frecuencia / medida: 20.5Mhz/20 mm, el acoplante fue Metilcelulosa, por ser un equipo Phased Array de gran versatilidad el cual maneja diferentes vistas para inspección y posee tecnología de punta. (ver anexo 5)

La técnica de ultrasonido Phased Array, cuenta con una configuración sectorial el cual consiste en el envío haces con diferentes ángulos formando de una especie de abanico a partir de un palpador. De esta forma se puede analizar en una sola pasada tuberías que contengan un gran espesor.

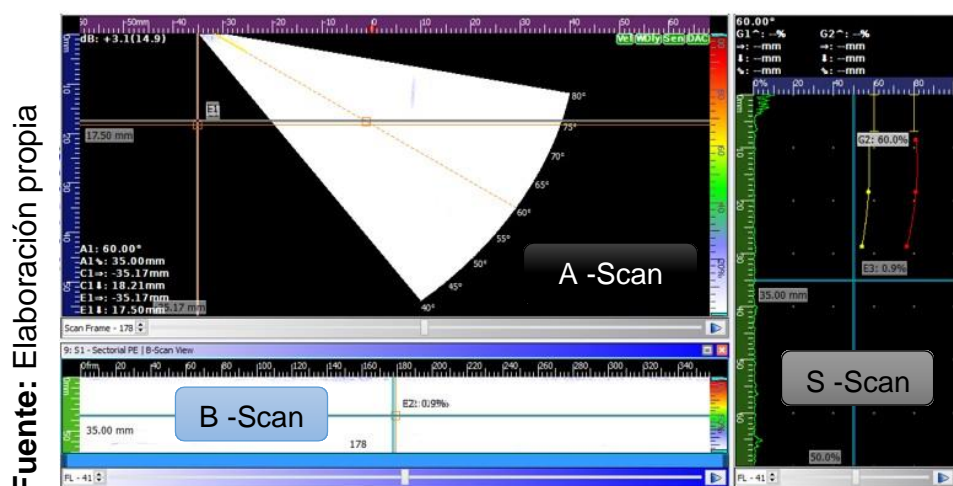
Figura 22



Escaneo de cordón de la soldadura mediante Phased Array

Se Inspecciono Mediante Phased Array a 123 juntas soldadas (Anexo 6)
La inspección se llevó a cabo el día 01 de setiembre del 2016 al 03 de setiembre del 2016, inspeccionando 41 juntas por día encontrando las 123 juntas (ASME B31.1)

Figura 23



Pantallazo del Escaneo de cordón de soldadura mediante (PA)

En la vista A-Scan el ángulo que da mejor información sobre el defecto hallado es el de 65°. No se observa ningún tipo de discontinuidades.

En el S-Scan se observa la amplitud de la discontinuidad de acuerdo a la paleta de colores que maneja equipo, en este caso dicha amplitud llega a un 60% esto quiere decir que la imagen mostrada nos muestra nitidez y perfecta amplitud.

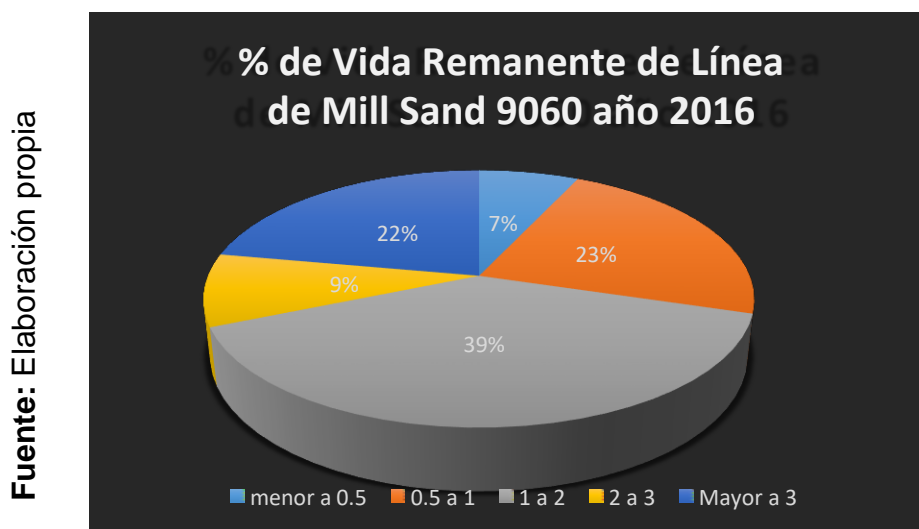
En el B-Scan nos muestra con regla de colores el punto exacto, si hubiese alguna discontinuidad, pero como se puede verificar en la imagen no se tiene discontinuidad relevante.

Las tres vistas que han sido seleccionadas A-Scan, S-Scan y C-Scan se complementan entre sí, cada una mostrando indicaciones que definen la discontinuidad.

3.3 Evaluar la información obtenida e informar sobre el futuro mantenimiento periódico de las tuberías.

Para visibilizar mejor y entender los porcentajes de desgaste, utilizamos un gráfico detallando el nivel de desgaste por colores.

Figura 23



Porcentaje de vida remanente

Se registra un 22%, de tubos con vida mayor a 3 años. Esto representa una longitud aproximada de 57.32 metros aproximadamente.

Se registra un total de 9.00% de tuberías con vida remanente entre 2 a 3 años. Esto representa un total de 53.19 metros aproximadamente.

Se registra un total de 39% de tuberías con vida remanente entre 1 a 2 años. Esto representa un total de 212.45 metros aproximadamente.

La vida aumenta con los cambios realizados por minera Yanacocha, siendo estos efectivos para la integridad de la línea.

Se registra un total de 7.00% de tuberías con vida remanente menor a 6 meses. Esto representa un total de 40.75 metros aproximadamente. Se tiene que cambiar los sectores indicados en el tramo 3.

Se registran cambios de rate de corrosión en los tramos de la línea, siendo variados, posiblemente relacionado a la altitud de la línea y al uso de estas.

3.4 Evaluación Económica.

En el análisis económico comparamos costo beneficio y planteamos dos propuestas una de ella cambiar todo el tramo de la tubería o de evaluar la integridad mecánica en tuberías y juntas soldadas aplicando los ensayos no destructivos en la planta Gold Mill en Minera Yanacocha S.R.L.

Propuesta N° 1

Mantenimiento correctivo cambio completo de toda la línea de tuberías, según cotización (ver **Anexo 7**)

Cambio de 1792.99m de tubería que equivale a 123 tuberías de acero que transportan solución cianurada, según la norma Api Se debe utilizar tubería de acero Api 5L de cedula 40. Minera Yanacocha tendría que invertir en el cambio de la tubería de acero de 12", 1 892 437.80 nuevos soles.

Propuesta N° 2

Mantenimiento basado en su condición, teniendo en cuenta que la vida de la mina es hasta el 2021 y planteamos que se debe cambiar solo los tramos necesarios para garantizar que dichos activos estén funcionando hasta dicha fecha y aplicando la Evaluación de la integridad mecánica, Minera Yanacocha gasto \$/ 170 110 (ver **Anexo 7**)

IV. Discusión

En la presente investigación tiene como objetivo principal evaluar la integridad mecánica de secciones de tubería de acero y cordones de soldadura mediante ensayos no destructivos a tuberías que transportan cianuro desde la planta Gold Mill hacia el Pad la Quinoa, en Minera Yanacocha Cajamarca, en esta investigación nuestra población comprende 123 tuberías unidas por cordones de soldadura con una longitud de 1825.75m que vendría a ser la población, sin embargo solo se tuvo acceso a 600.64m siendo esta la muestra, además se tomaron datos mediante técnicas avanzadas para medir el desgaste superficial y sub superficial de los material y estos instrumentos calibrados para garantizar confiabilidad, con esta información obtenida se evaluaron las discontinuidades encontradas y dependiendo el nivel de riesgo encontrado se obtuvo un registro de observación y a la vez un informe final en el cual se obtuvo 7% de tuberías con vida remanente menor a 6 meses, 39% con vida remanente entre 1 a 2 años, 9% con vida remanente entre 2 a 3 años y un 22% con vida remanente mayor a tres años, en la parte de la evaluación económica, minera Yanacocha al aplicar estas técnicas y con ello anticiparse a la falla ahorro 2 530 560 nuevos soles, por reparación.

TIXI (2013), en su tesis “Análisis de Integridad física del poliducto Libertad-Manta de Petrocomercial mediante el envío de la herramienta chanco inteligente”, el análisis de integridad física del poliducto consiste en la inspección de la tubería con tecnología de punta denominada Sonda Inteligente o chanco inteligente de Registro Continuo, luego del envío de la herramienta obtenemos datos de abolladuras y desgaste de la tubería por corrosión. Ambas tesis quieren llegar a anticiparse a las posibles fallas y con esto a la integridad delas tuberías sin embargo al aplicar la técnica del chanco inteligente se podría tomar la información en un día o dos como máximo, esta técnica es más avanzada y de mucha más precisión ya q nos da un escaneo al 100 % de todo el tramo de la tubería, en nuestro caso al utilizar el ultrasonido convencional solo se tiene un escaneo del 20% del total y este sería nuestro margen de error, la diferencia de precios en cada técnica es del chanco inteligente de 100 : 1 con respecto a

nuestra técnica y en este caso sobrepasaría el precio y a la empresa le convendría cambiar todo el tramo, sin embargo se podría aplicar solo al tramo que no se tiene acceso.

V. Conclusiones

5.1 Se tuvo acceso a inspección 1056.52 m y 736.47m sin acceso a inspección debido a que la tubería está enterrada y la empresa contratista no nos dio las facilidades para poder inspeccionar. La tubería de solución Cianurada, no cuentan con dossier de calidad que confirma la cantidad de años de servicio, por lo que se considerará para fines de cálculo del rate de corrosión y vida remanente 9 años en promedio. Se tiene informado por el personal de planta que la tubería funciona a una presión máxima de trabajo de 400 PSI y un caudal de 1000m³/h y el nivel del pH de la solución cianurada es ligeramente alcalino ya que al tomar la muestra nos da 09 de pH.

5.2 Se evidencio la instalación de soportes con sacos de arena, el estándar MSS SP-58, en su capítulo 3, párrafo 3.4, especifica que el material de la soportaría debe ser compatible con la tubería para evitar generación de corrosión, considerar esta recomendación como una medida correctiva a largo plazo, también se puede establecer que el modo de falla en las líneas Mill Sand, en gran mayoría son localizadas en forma de picaduras, erosiones - corrosión en las uniones curvadas. En los tramos N°3, N°4 y N°5 de ambas líneas, se ha evidenciado severa corrosión atmosférica debido al empozamiento de agua en las geomembranas que protegen del suelo, considerar si el pH podría acelerar este mecanismo de daño. Se ha evidenciado que los tramos N°6, N°7, N°8 y N°9, se encuentran en contacto con el suelo y sobre rocas, ello origina un mecanismo de daño llamado corrosión por suelo, cuya principal característica es acumular presencia de humedad en la parte inferior de la tubería, ocasionando que estas se caractericen en forma de picaduras, las rocas y piedras que se encuentran cerca de las líneas cianuradas, podrían ocasionar que estas evidencias abolladuras producto de la vibración de la tubería durante su operación.

5.3 El espesor recomendable debe estar por encima de 8mm, se evidencia un rate de corrosión severo (0.45 y 0.35 mm/año respectivamente), de acuerdo al API 579 (aptitud para el servicio), menciona que tener un rate de corrosión mayor a 0.5 mm/año, vuelve muy inestable la toma medidas correctivas, debido a lo impredecible que se vuelve la tubería. La vida remante de aquellos tramos que estén por debajo del límite de retiro, se deberán reemplazar inmediatamente como se adjunta en los planos de referencia, los que se encuentren por debajo de 01 año, estas deberán ser reemplazadas en un periodo no mayor a 6 meses

5.4 Se presenta que nuestro estudio se centró en anticiparse a la falla de tuberías. Como se muestra en los cuadros anteriores si cambiaríamos todos los tramos de las tuberías se invertiría 1 892 437.80 nuevos soles y habiendo aplicado la Integridad mecánica mediante ensayos no destructivos se invirtió 170 110 nuevos soles, llegando a la conclusión que al aplicar nuestro estudio Minera Yanacocha ahorro 1 722 327 nuevos soles, dándonos a resaltar un gran ahorro para la empresa.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar una inspección a la línea en un periodo no mayor a 1 año, debido al alto rate de corrosión, para poder fijar un adecuado intervalo de inspección y se recomienda realizar la inspección de los tramos enterrados en un periodo no mayor a 5 años.
- ✓ Se recomienda realizar un aumento de la altura de las líneas (30 cm) con respecto al suelo. También, se recomienda la colocación de soportes con materiales compatibles con el de la línea. Los soportes deben estar diseñados con base al estándar MSS SP-69.
- ✓ Se recomienda aplicar algún tipo de desagüe, que permita que los desechos de planta Gold Mill no se queden estancados y se recomienda la aplicación de un recubrimiento, este recubrimiento puede ser cinta poliken, pintura FBE, entre otros.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEMINSAC." Inspección Visual" Lima, 2010. 560pp

ADEMINSAC." Inspección por Ultrasonido Convencional, Phased Array y Ondas Guiadas" Lima, 2010. 321pp

American Welding Society. Tecnología de inspección de soldadura. Módulo IV. Geometría de juntas soldadas. Estados Unidos.2013. 480pp.

American Welding Society. Tecnología de inspección de soldadura. Módulo IX. Discontinuidades del metal base y soldadura. Estados Unidos.2013. 329pp.

.API 510, Espesor mínimo requerido por condiciones estructurales de seguridad del componente. 2006. 321pp.

Brian N. Leis, Yu Ping Yang, XianKui Zhu, Thomas P. Forte y Thomas C. Thomas, "Role of Dents in Pipeline Integrity Decisions", Congreso Internacional de Ductos, Puebla. 2003. 225pp.

CARPENA G, calibration the Phased Array. México, 2014, 98pp.

DOELL Alessandra. Reportes 57. Zuisa: Leica Geosystems CH-9435 Heerbrugg 2007, 24 pp.

GARCIA, Rafael. Manual de Soldadura GTAW (TIG), Paraninfo, España – Madrid, 2010, 205 pp.
ISBN: 978-84-283-2936-1.

GIL, Hermogenes. Soldadura. CEAC. Barcelona – España, 2008, 371 pp.
ISBN: 84-329-1172-0

González Velázquez Jorge L. "Procedimiento de Análisis de Integridad de Ductos para Transporte de Hidrocarburos", Venezuela 2010. 250pp.

GONZALES, Julián. "Análisis de la Integridad Mecánica" Quito. 1998, 254pp.

MPSI. Managing Pipeline System Integrity, Materials Performance. Estados Unidos. 2002. 352 pp.

MARTINES, Deivis. Evaluación de la integridad mecánica del Sistema de tuberías de suministro de fuel Oil N 6 a los generadores de Vapor de la Planta Ampliación Tacao. Venezuela. 2011. 85 pp.

Melchers R.E. "Probabilistic analysis of pipelines subjected to pitting corrosion leaks". Estados Unidos.2004. 325pp.

Normative ASME SECCION IX. Procedimiento para calificación de soldaduras. Norma Americana. 2011. 752pp.

OEFA. Resolución Directoral N° 012 – 2016 – OEFA/DS. Lima. 2016. 16pp.

Quivoy. "Gestión de calidad aplicada al proceso de soldadura para el Proyecto Gas de Camisea", Lima. 2004. 138pp.

PEMEX. "Integridad Mecánica de tuberías que transportan líquidos", Lima, 2009. 87pp.

RIMOLDI, "Phased Array", lima. 2012. 36pp

VEMACERO. Tubería de acero al carbono API 5L / ASTM A53 / A106, lima. 2008. 39pp.

VIII. ANEXOS

Anexo 1



Como se puede apreciar en la imagen solo se tiene acceso a inspección 600.64 m y 1 192.35 m sin acceso a inspección debido a que la tubería está enterrada

Anexo 2

Evaluación del pH de la solución Cianurada



El nivel del pH de la solución cianurada es ligeramente alcalino ya que al tomar la muestra nos da 09 de pH.

Anexo 3

En este anexo se detalla por tramo las observaciones encontradas en la inspección Visual **TRAMO I**

	ADEMINSAC - UN05 - 2016		INSPECCIÓN MEDIANTE END INSPECCIÓN VISUAL A TUBERÍA DE MILL SAND L1 9060 (TRAMO I)		
	PÁGINA	2 de 2			
	FECHA	4/08/2016			
	REV.	Rev. 01			
			REGISTRO N°:	AD - UN05 - RI - VT - 001 - 2016	
IDENTIFICACIÓN:					
CLIENTE:	MINERA YANACOCCHA SRL.		LOCALIZACIÓN:	GOLD MILL	
PROYECTO:	INSPECCIÓN DE END AL ÁREA DE PROCESOS		FECHA DE INSPECCIÓN:	AGOSTO 08, 2016	
NORMAS DE CALIFICACIÓN:	ASME B31.4 API 570, RP 574		PROCEDIMIENTO N°:	AD - NDT - SMPI - VT - 001	
DESCRIPTION OF ITEM TO INSPECT:					
ELEMENT:	TUBERÍA DE MILL SAND L1 9060 - TRAMO I			YEAR OF BUILD:	2006
DIAMETER:	12" SCH-40	THICKNESS:	10,31 mm.	MATERIAL:	ASTM A 53 Gr. B ASTM A 106 Gr. B
LOCATION:					GOLD MILL
REPORTE FOTOGRÁFICO					
   					
   					
   					
APROBACIÓN FINAL					
Inspeccionado por		Interpretado por		Aprobado por	
Jorge Escajadillo Agapito		Gonzalo Carpena Camino		Gonzalo Carpena Camino	
James Sarabia Cueva					

En las fotografías 1 a la 3. Se evidencio instalación de soportes con sacos de arena, el estándar MSS SP-58, en su capítulo 3, párrafo 3.4. Especifica que el material de la soporteria debe ser compatible con la tubería para evitar la generación de corrosión.














En las fotografías 4 y 5. Se evidencio costras de corrosión en la parte inferior de la tubería que muestran la pérdida de material del mismo ocasionado por el lodo cuando la tubería se encontraba sobre la geomenbrana sin ningún tipo de soporte.

En las fotografías 6 y 7. Se evidencio la falta de geomenbrana para evitar el contacto entre materiales disimiles ocasionando corrosión galvánica.

En la fotografía 8. Se evidencio que las fundas protectoras colocadas recientemente no cubren en totalidad la brida haciendo posible el ingreso de agua y sedimentos que provocarían corrosión atmosférica.

En las fotografías 9 a la 12. Se evidencio líneas desalineadas debido a soportes con sacos de arena, no proporcionan rigidez y estabilidad. Estos sacos se rompen y dejan caer el contenido provocando el movimiento de la tubería. Condición: **OBSERVADO.**

TRAMO II

	ADEMINSAC - UN05 - 2016		INSPECCIÓN MEDIANTE END INSPECCIÓN VISUAL A TUBERÍA DE MILL SAND L1 9060 - TRAMO II		
	PÁGINA	2 de 2			
	FECHA	4/08/2016			
	REV.	Rev. 01			
IDENTIFICACIÓN:					REGISTRO N°: AD - UN05 - RI - VT - 001 - 2016
CLIENTE: MINERA YANACOCHA SRL.			LOCALIZACIÓN: GOLD MILL		
PROYECTO: INSPECCIÓN DE END AL ÁREA DE PROCESOS			FECHA DE INSPECCIÓN: AGOSTO 08, 2016		
NORMAS DE CALIFICACIÓN: ASME B31.4 API 570, RP 574			PROCEDIMIENTO N°: AD - NDT - SMPI - VT - 001		
DESCRIPTION OF ITEM TO INSPECT:					
ELEMENT: TUBERIA DE MILL SAND L1 9060 - TRAMO II					YEAR OF BUILD: 2006
DIAMETER: 12" SCH-40	THICKNESS: 10,31 mm.	MATERIAL: ASTM A 53 Gr.B ASTM A 106 Gr. B		LOCATION: GOLD MILL	
REPORTE FOTOGRÁFICO					
					
					
					
APROBACIÓN FINAL					
Inspeccionado por James Sarabia Cueva		Interpretado por Gonzalo Carpena Camino		Aprobado por Gonzalo Carpena Camino	

En las fotografías 1 a la 3. Se evidencio presencia de vegetación con lodo adherido a la tubería en la parte lateral. Estas vegetaciones con el lodo pueden generar distintos tipos de daños, como Corrosión Microbiológica entre otras.

En las fotografías 2: Se evidencio la instalación de soportes con sacos de arena, el estándar MSS SP-58, en su capítulo 3, párrafo 3.4. Especifica que el material de la soportaría debe ser compatible con la tubería para evitar generación de corrosión.

En las fotografías 3 y 4: Se evidencio acumulación de lodo dentro de las fundas protectoras ocasionando formación de costras a los espárragos como a la brida en la parte inferior. Así como ausencia de fundas protectoras.















En las fotografías 5 y 6: Se evidencio cuñas de acero que con el transcurrir si no se detecta a tiempo causaran corrosión galvánica y su posible perforación.

En las fotografías 7 y 8: Se evidencio contacto directo de la línea con la soportaría. Esto puede generar deterioro de la línea. Hay incertidumbre de los fenómenos que pueden estar generándose en esta zona.

En las fotografías 9 y 10: Se evidencio acumulación de lodo y estancamiento de agua en el sumidero en contacto directo con la tubería, se pudo observar la adherencia en la parte inferior de la tubería ocasionando formación de costras.

En las fotografías 11 y 12: Se evidencio líneas desalineadas debido a soportes con sacos de arena, no proporcionan rigidez y estabilidad. Estos sacos se rompen y dejan caer el contenido provocando el movimiento de la tubería. Condición: **OBSERVADO**.

TRAMO III

	ADEMINSAC - UN05 - 2016		INSPECCIÓN MEDIANTE END INSPECCIÓN VISUAL A TUBERIA DE MILL SAND L1 9060 - TRAMO III	
	PÁGINA	2 de 2		
	FECHA	27/08/2016		
	REV.	Rev. 01		
			REGISTRO N°:	AD - UN05 - RI - VT - 001 - 2016
IDENTIFICACIÓN:				
CLIENTE: MINERA YANACOCCHA SRL.			LOCALIZACIÓN: GOLD MILL	
PROYECTO: INSPECCIÓN DE END AL ÁREA DE PROCESOS			FECHA DE INSPECCIÓN: AGOSTO 28, 2016	
NORMAS DE CALIFICACIÓN: ASME B31.4 API570,RP574			PROCEDIMIENTO N°: AD - NDT - SMPI - VT - 001	
DESCRIPTION OF ITEM TO INSPECT:				
ELEMENT: TUBERIA DE MILL SAND L1 9060 - TRAMO III			YEAR OF BUILT: 2006	
DIAMETER: 12" SCH-40	THICKNESS: 10,31 mm.	MATERIAL: ASTM A 53 Gr.B ASTM A 106 Gr. B	LOCATION: GOLD MILL	
REPORTE FOTOGRÁFICO				
				
				
				
APROBACIÓN FINAL				
Inspeccionado por		Interpretado por		Aprobado por
James Sarabia Cueva		Gonzalo Carpena Camino		Gonzalo Carpena Camino
Edgar Paucar				

En las fotografías 1: Se evidencio acumulación de lodo en el sumidero en contacto directo con la tubería, se pudo observar la adherencia en la parte inferior de la tubería ocasionando formación de costras.

En las fotografías 2: Se evidencio que la línea no cuenta con soportes adecuados que permitan caracterizar el tipo de daño en la parte inferior, la línea presenta corrosión atmosférica uniforme en la parte superior.

En las fotografías 3: Se evidencio la instalación de soportes con sacos de arena, el estándar MSS SP-58, en su capítulo 3, párrafo 3.4. Especifica que el material de la soporteria debe ser compatible con la tubería para evitar generación de corrosión.

En las fotografías 4: Se evidencio indicios de posibles cuñas de acero que puedan causar corrosión galvánica.

En las fotografías 5 y 6: Se evidencio costras de corrosión (de hasta 3 mm de espesor) ocasionados por los depósitos de lodo impregnados en la parte inferior de la tubería.

En las fotografías 7 y 8: Se evidencio contacto directo de la línea con la soporteria. Esto puede generar deterioro de la línea. Hay incertidumbre de los fenómenos que pueden estar generándose en esta zona.

En las fotografías 9: Se evidencio deterioro de las fundas protectoras, así como acumulación de lodo en contacto con la brida. Esto nos lleva a realizar cambios de las fundas protectoras conforme al estándar MYSRL previa limpieza del sumidero.

En las fotografías 10: Se evidencio un tramo de la tubería pintado de color verde según la NTP 399.012 para transporte de ácidos y álcalis debe ser pintado de color violeta en todo su recorrido.

En las fotografías 11, 12 y 13: Se evidencio presencia de lodo en la parte inferior de la línea de solución cianurada. Una limpieza de estos sectores puso en evidencia la pérdida de acero de la tubería, y posterior medición de espesores por UT registraron espesores bajos. Condición: **OBSERVADO**.

TRAMO IV

	ADEMINSAC - UN05 - 2016		INSPECCIÓN MEDIANTE END INSPECCIÓN VISUAL A TUBERIA DE MILL SAND L1 9060 (TRAMO IV)		
	PÁGINA	2 de 2			
	FECHA	4/08/2016			
	REV.	Rev. 01			
			REGISTRO N°:	AD - UN05 - RI - VT - 001 - 2016	
IDENTIFICACIÓN:					
CLIENTE:		MINERA YANACOCCHA SRL.		LOCALIZACIÓN:	GOLD MILL
PROYECTO:		INSPECCIÓN DE END AL ÁREA DE PROCESOS		FECHA DE INSPECCIÓN:	AGOSTO 08, 2016
NORMAS DE CALIFICACIÓN:		ASME B31.4 API570, RP574		PROCEDIMIENTO N°:	AD - NDT - SMPI - VT - 001
DESCRIPTION OF ITEM TO INSPECT:					
ELEMENT:		TUBERIA DE MILL SAND L1 9060 - TRAMO IV		YEAR OF BUILT:	2006
DIAMETER:	12" SCH-40	THICKNESS:	10,31 mm.	MATERIAL:	ASTM A 53 Gr.B ASTM A 106 Gr. B
				LOCATION:	GOLD MILL
REPORTE FOTOGRÁFICO					
					
					
APROBACIÓN FINAL					
Inspeccionado por			Interpretado por		Aprobado por
Jorge Escajadillo Agapito			James Sarabia Cueva		Gonzalo Carpena Camino

En la fotografía 1: Se evidencia presencia de óxido y desprendimiento de material, a la tubería en la parte baja. La presencia de corrosión y desprendimiento de material, dificultan la medición de espesores y una adecuada inspección visual. La medición de espesores por UT (posterior a una limpieza) registró espesores con promedio de 6 -5mm.












En la fotografía 2: Se evidencia corrosión en la parte inferior, quedando en evidencia que la línea se encuentra sumergida bajo agua en los periodos de invierno de la mina, siendo necesario una mejora en el sistema de drenaje de la canaleta.

En la fotografía 3: Se evidencia retención de sedimentos en los soportes de bolsas de arena de la línea. Los sedimentos retenidos pueden aumentar la velocidad de la corrosión, quedando en incertidumbre debido a que no se puede realizar una medición de espesores.

En la fotografía 4: Se evidencia oxido y vegetación en la parte baja y costados de la tubería. Esta corrosión se genera por la acumulación de lodos en la superficie de la tubería y expone a la línea a diferentes mecanismos de vegetación.

En la fotografía 5: Se evidencia deterioro en fundas de bridas y bridas de la línea. Se puede observar sedimentos y oxido en la brida y sus pernos. Las bridas deben tener sus fundas y deben estar en óptimas condiciones como lo exige el Estándar de Tuberías Tanques con Soluciones Peligrosas de Minera Yanacocha, En el Plano MY-0000-5-0035. Condición: **OBSERVADO**.

TRAMO V

	ADEMINSAC - UN05 - 2016		INSPECCIÓN MEDIANTE END INSPECCIÓN VISUAL A TUBERÍA DE MILL SAND L1 9060 - TRAMO V		
	PÁGINA	2 de 2			
	FECHA	4/08/2016			
	REV.	Rev. 01			
			REGISTRO N°:	AD - UN05 - RI - VT - 001 - 2016	
IDENTIFICACIÓN:					
CLIENTE:	MINERA YANACocha SRL.		LOCALIZACIÓN:	GOLD MILL	
PROYECTO:	INSPECCIÓN DE END AL ÁREA DE PROCESOS		FECHA DE INSPECCIÓN:	AGOSTO 08, 2016	
NORMAS DE CALIFICACIÓN:	ASME B31.4 API570, RP574		PROCEDIMIENTO N°:	AD - NDT - SMPI - VT - 001	
DESCRIPTION OF ITEM TO INSPECT:					
ELEMENT:	TUBERIA DE MILL SAND L1 9060 - TRAMO V			YEAR OF BUILT:	2006
DIAMETER:	12" SCH-40	THICKNESS:	10,31 mm.	MATERIAL:	ASTM A 53 Gr. B ASTM A 106 Gr. B
REPORTE FOTOGRÁFICO					
   					
   					
   					
APROBACIÓN FINAL					
Inspeccionado por		Interpretado por		Aprobado por	
Jorge Escajadillo Agapito		Gonzalo Carpena Camino		Gonzalo Carpena Camino	

En las fotografías 1: Se evidencio sedimentación impregnada en tubería nueva y sobre un área de lodo.

En las fotografías 2 y 3: Se evidencio costras de corrosión en parte inferior de la tubería que evidencia la pérdida de material de la tubería.

En las fotografías 5, 6 y 7: Se evidencio costras de corrosión en parte inferior de la tubería que evidencia la pérdida de material de la tubería y rugosidad que dificulta la correcta inspección de ultrasonido.

En las fotografías 8: Se evidencio falta de funda de protección y sedimento impregnado que ocasiona corrosión atmosférica en pernos y unión bridada.

En las fotografías 9: Se evidencio falta de geomenbrana entre soporte, abrazadera y tubería permitiendo el contacto bimetalico entre materiales disimiles ocasionando corrosión galvánica.

En las fotografías 12: Se evidencio ingreso de la tubería de forma subterránea sin ningún tipo de protección. Condición: **OBSERVADO**.

Cuadro de resumen de la Inspección Visual

HALLAZGOS EN LA LÍNEA N°1 - 9060						
TRAMO DE LINEA	Lodo Depositado en la parte Inferior	Bridas sin fundas o fundas deterioradas	Ausencia de Soporte (saco deteriorado)	Abolladura y/o Entalladura	Contacto directo con soporte de Ubolts	Elementos Observados
AREA BOMBAS	No	16 fundas		No	SI	.02 Válvula de alivio .Cambio Empaquetadura .Falta de proteccion de Bornes (Instrumentación)
TRAMO 1	SI	4 fundas	SI	No	SI	
TRAMO 2	SI	6 fundas	SI	NO	SI	Presencia de Vegetación - corrosión microbiológica MIC
TRAMO 3	SI	7 fundas	SI	NO	SI	Corrosión severa en parte inferior de tubería (3 mm grosor de costra) debido al estancamiento de agua
TRAMO 4	SI	2 fundas	SI	NO	SI	Corrosión severa en parte inferior de tubería (3 mm grosor de costra) debido al estancamiento de agua
TRAMO 5	SI	7 fundas	SI	NO	SI	Corrosión severa en parte inferior de tubería (3 mm grosor de costra) debido al estancamiento de agua

Anexo 4

Toma de espesores por tubería y medida de la longitud de la tubería y separado por colores según su vida remanente.

Certificado de Calibración del Equipo de Ultrasónico Convencional.

Certificate of Calibration	
Report No.:	TR160111
Type:	Ultrasonic Instrument
Model:	CTS-9006
Equipment Serial No.:	540340161085
Test Item:	Performance Characteristics
Test Standard:	BS EN 12668-1:2010 Group 2 Tests
Ambient Temperature:	Start of Test: 20℃ End of Test: 20℃
Relative Humidity:	Start of Test: 60% End of Test: 60%
Test date:	Aug. 15. 2016
Ratified by:	Wu Shenggang
Checked by:	Chen Zhifu
Tested by:	Xin Danhong
Shantou Institute of Ultrasonic Instruments Co., Ltd.	

Código de colores para distinguir la vida remanente

ROJO: Vida remanente menor a 0.5 años (0%)



NARANJA: Vida remanente entre 0.5 y 1 año

AMARILLO: Vida remanente entre 1 a 2 años


GRIS: Vida remanente entre 2 a 3 años

AZUL: Vida mayor a 3 años.



Tramo I

		INSPECCIÓN UT - DE TUBERÍA DE MILL SAND L1 9060 - TRAMO I										 MINERA YANACocha S.R.L.						
ANEXO N° 1 : REPORTE DE MEDICIÓN DE ESPESORES (De Acuerdo API 570)																		
LINEA N°	ø O.D. (Pulg.)	Nominal (mm.)	Material	De	Hasta	Fluido	Espesor mínimo de		OPERACIÓN		DISEÑO		AISLAMIENTO TÉRMICO	EQUIPO				
							retiro Estructural	Por presión	Presión (PSIG)	Temp. (°F)	Presión (PSIG)	Temp. (°F)						
T.M.S.9060J	ø = 12" øext = 12.75" SCH - 40	10.31 mm.	ASTM A53 Gr B ASTM A106 Gr B	GOLD MILL	PAD	SOLUCIÓN CIANURAD	2.80 mm. 4.80 mm.		400	75	520	97.5	NO	ESTÁTICO				
NRO DE TUBERÍA	METRADO	PUNTOS REGISTRADOS POR TUBERÍA	MEDICIÓN DE ESPESORES "T" (mm.)												RATE DE CORROSIÓN (mm./Año)	VIDA REMANENTE (Años)	RECOMENDACIONES	
			0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	325°	MIN.	MÁX.	PROM.	ORIGINAL				DE RETIRO (mm.)
T1 TUBERÍA	6.02 m.	P1	6.38	6.74	6.47	6.54	5.66	5.30	5.46	5.48	5.30	6.74	6.03	10.31	4.80	1.6700	0.30	
		P2	6.35	6.30	6.28	5.56	5.82	6.05	6.03	6.56	5.56	6.56	6.12	10.31	4.80	1.5833	0.48	
		P3	6.61	7.10	6.98	6.10	5.64	5.98	6.09	6.40	5.64	7.10	6.36	10.31	4.80	1.5567	0.54	
		P4	6.64	7.13	6.47	6.35	6.47	6.37	6.56	6.44	6.35	7.13	6.55	10.31	4.80	1.3200	1.17	
		P5	5.65	5.89	6.70	6.66	5.94	6.03	5.82	5.90	5.65	6.70	6.07	10.31	4.80	0.3585	2.37	
T2 TUBERÍA	6.00 m.	P6	6.72	6.40	6.10	5.45	5.63	5.99	6.32	6.56	5.45	6.72	6.15	10.31	4.80	0.3738	1.74	
		P7	5.75	6.34	6.67	6.55	6.11	5.85	5.44	5.17	5.17	6.67	5.99	10.31	4.80	0.3954	0.94	
		P8	5.75	6.40	7.02	6.78	6.31	6.02	5.90	5.67	5.67	7.02	6.23	10.31	4.80	0.3569	2.44	
		P9	5.77	6.05	6.35	6.15	6.06	6.19	6.18	6.10	5.77	6.35	6.11	10.31	4.80	0.3492	2.78	
		P10	6.65	6.88	7.05	6.32	5.80	5.83	6.04	6.18	5.80	7.05	6.34	10.31	4.80	0.3469	2.88	
T3 TUBERÍA	0.95 m.	P11	7.03	7.73	6.92	6.85	6.23	5.65	5.78	6.32	5.65	7.73	6.56	10.31	4.80	1.5533	0.55	
		P12	7.38	7.76	7.23	6.76	6.00	5.95	6.12	6.98	5.95	7.76	6.77	10.31	4.80	1.4533	0.79	
		P13	6.75	7.04	6.99	7.12	3.80	4.73	4.58	6.35	3.80	7.12	5.92	10.31	4.80	0.6510	1.54	
		P14	8.29	8.33	8.83	7.85	6.36	6.12	5.48	6.10	5.48	8.83	7.17	10.31	4.80	0.4830	1.41	
		P15	6.60	7.18	8.42	5.79	5.56	5.80	5.50	6.79	5.50	8.42	6.46	10.31	4.80	0.4810	1.46	
T4 TUBERÍA	10.99 m.	P16	6.64	6.78	8.37	8.41	6.23	6.25	6.13	6.15	6.13	8.41	6.87	10.31	4.80	0.4180	3.18	
		P17	6.87	8.74	7.76	8.00	7.95	5.90	6.48	6.35	5.90	8.74	7.26	10.31	4.80	0.4410	2.49	
		P18	6.84	8.05	8.45	8.46	6.36	6.07	6.02	6.42	6.02	8.46	7.08	10.31	4.80	0.4290	2.44	
		P19	7.46	8.36	8.39	8.03	6.63	6.26		6.45	6.26	8.39	7.37	10.31	4.80	0.4050	3.60	
		P20	7.11	8.67	7.65	6.95	7.40	6.31	6.49	6.39	6.31	8.67	7.12	10.31	4.80	0.4000	3.78	
T5 TUBERÍA	11.21 m.	P21	6.76	7.99	7.85	7.59	7.44	6.30		7.02	6.30	7.99	7.28	10.31	4.80	0.4010	3.74	
		P22	6.18	6.69	6.91	8.40	7.75	6.85		7.14	6.18	8.40	7.13	10.31	4.80	0.4130	3.34	
		P23	7.56	8.84	8.55	7.58	6.02	6.00	6.62	6.84	6.00	8.84	7.25	10.31	4.80	0.4310	2.78	
		P24	6.66	7.81	7.34	5.84	6.67	5.58	6.53	7.12	5.58	7.81	1.69	10.31	4.80	0.4730	1.65	
		P25	6.14	8.02	8.23	7.60	6.07	6.33	6.20	6.39	6.07	8.23	6.88	10.31	4.80	0.4240	3.30	
T6 TUBERÍA	11.26 m.	P26	6.84	8.31	8.32	6.34	5.90	6.52	6.29	6.56	5.90	8.32	6.89	10.31	4.80	0.4410	2.49	
		P27	7.27	7.91	8.26	6.31	5.90	6.28	6.20	7.00	5.90	8.26	6.89	10.31	4.80	0.4410	2.49	
		P28	7.51	8.46	8.64	8.36	6.82	6.58	7.22	6.43	6.43	8.64	7.50	10.31	4.80	0.3880	4.20	
		P29	6.55	5.98	7.06	6.94	6.62	6.52	6.43	6.37	5.98	7.06	6.56	10.31	4.80	0.4330	2.77	
		P30	6.80	7.17	6.57	8.08	6.82	6.40	6.35	6.44	6.35	8.08	6.90	10.31	4.80	0.3960	3.91	
T7 TUBERÍA	11.29 m.	P31	6.34	6.58	7.10	7.66	6.89	6.86	6.58	6.21	6.21	7.66	6.78	10.31	4.80	0.4100	3.44	
		P32	6.52	6.94	7.04	7.77	6.71	6.14	5.88	6.03	5.88	7.77	6.63	10.31	4.80	0.4430	2.44	
		P33	6.92	7.20	7.35	5.45	6.03	6.33	6.26	7.00	5.45	7.35	6.57	10.31	4.80	0.4860	1.34	
		P34	6.22	7.06	8.03	7.45	6.07	6.43	6.19	6.30	6.07	8.03	6.72	10.31	4.80	0.4240	3.00	
		P35	7.18	7.53	8.26	6.96	6.02	6.22	5.75	6.38	5.75	8.26	6.46	10.31	4.80	0.4560	2.98	
T8 TUBERÍA	0.54 m.	P36	7.11	7.62	7.92	6.75	6.10	6.07	5.33	7.15	5.33	7.92	6.76	10.31	4.80	0.4980	1.04	
		P37	7.15	7.85	7.21	6.89	6.27	6.47	5.70	6.72	5.70	7.85	6.78	10.31	4.80	0.4610	1.95	
		P38	7.16	7.75	7.88	7.03	6.53	5.73	5.62	5.92	5.62	7.98	6.72	10.31	4.80	0.4690	1.75	
		P39	5.97	6.30	7.86	7.22	6.42	6.47	6.00	5.70	5.70	7.86	6.49	10.31	4.80	0.4610	1.95	
		P40	6.34	6.99	6.97	6.95	7.42	6.37	6.29	6.38	6.29	7.42	6.71	10.31	4.80	0.4020	3.71	
T9 TUBERÍA	1.67 m.	P41	6.18	6.35	7.59	6.17	6.81	6.92	6.22	6.02	6.02	7.59	6.53	10.31	4.80	0.4290	2.44	
		P42	6.14	6.20	8.04	6.79	6.22	6.30	5.96	5.53	5.53	8.04	6.40	10.31	4.80	0.4780	1.53	
		P43	6.18	6.22	8.00	7.34	6.46	6.58	6.05	5.70	5.70	8.00	6.57	10.31	4.80	0.4610	1.95	
		P44	5.88	7.06	8.05	7.26	6.17	6.15	5.60	5.92	5.60	8.05	6.51	10.31	4.80	0.4710	1.70	
		P45	6.41	5.57	7.23	7.22	6.35	6.21	6.88	5.98	5.57	7.23	6.48	10.31	4.80	0.4740	1.62	
T10 TUBERÍA	9.85 m.	P46	6.55	6.70	6.76	6.61	5.93	6.01	5.97	6.40	5.93	6.76	6.34	10.31	4.80	0.4380	2.88	
		P47	6.65	6.93	7.26	6.84	6.22	6.48	5.96	6.12	5.96	7.26	6.56	10.31	4.80	0.4350	2.47	
		P48	7.38	7.66	8.30	7.05	5.81	6.44	6.03	5.86	5.81	8.30	6.82	10.31	4.80	0.4500	2.44	
		P49	6.95	7.05	8.02	7.78	6.21	5.92	6.09	6.26	5.92	8.02	6.79	10.31	4.80	0.4390	2.55	
		P50	5.80	3.80	3.20	4.73	5.90	5.54	4.92	5.23	3.20	5.90	4.89	10.31	4.80	0.7110	2.25	
T11 TUBERÍA	0.30 m.	P51	5.90	6.00	5.80	6.19	5.98	6.52	6.43	5.87	5.80	6.52	6.09	10.31	4.80	0.4510	2.35	
		P52	5.75	4.94	4.12	5.89	6.00	6.34	7.25	6.32	4.12	7.25	5.78	10.31	4.80	0.6190	1.10	
		P53	6.00	6.39	6.30	7.30	6.89	6.48	6.99	7.87	6.00	7.87	6.78	10.31	4.80	0.4310	2.76	
		P54	6.92	7.12	7.48	7.56	5.75	7.37	6.34	6.33	5.75	7.56	6.86	10.31	4.80	0.4560	2.08	
		P55	6.78	6.59	8.27	7.94	7.66	6.12	6.09	6.98	6.09	8.27	7.05	10.31	4.80	0.4220	3.06	
T12 TUBERÍA	1.94 m.	P56	6.61	6.40	7.24	7.68	6.95	6.49	5.55	7.08	5.55	7.68	6.75	10.31	4.80	0.4760	1.58	
		P57	6.43	6.58	7.89	7.43	6.89	6.69	6.93	6.98	6.43	7.89	6.98	10.31	4.80	0.3880	4.20	
		P58	6.24	6.26	6.77	7.72	6.43	6.32	6.51	5.88	5.88	7.72	6.52	10.31	4.80	0.4450	2.44	
		P59	6.43	6.92	6.92	7.44	5.95	6.08	6.17	6.08	5.95	7.44	6.50	10.31	4.80	0.4360	2.44	
		P60	6.30	6.29	6.48	7.76	7.47	6.36	7.00	7.02	6.29	7.76	6.84	10.31	4.80	0.4020	3.71	
T13 TUBERÍA	0.30 m.	P61	6.45	5.82	6.23	7.22	7.65	7.84	7.85	7.74	5.82	7.85	7.10	10.31	4.80	0.4490	2.20	
		P62	6.23	5.98	6.72	5.51	5.91	5.82	6.92	6.98	5.82	7.08	6.25	10.31	4.80	0.4810	1.48	
		P63	6.67	7.22	7.80	7.91	7.26	6.79	8.00	7.20	6.67	8.00	7.31	10.31	4.80	0.4200	1.54	
		P64	7.61	7.11	6.12	7.09	6.49	6.97	7.80	7.42	6.12	7.80	7.10	10.31	4.80	0.3967	0.93	
		P65	7.73	8.35	7.29	6.82	6.46	5.96	5.88	6.25	5.88	8.35	6.84	10.31	4.80	0.4767	0.73	
T14 TUBERÍA	1.40 m.	P66	9.10	8.89	7.31	6.14	5.02	4.98	4.86	6.63	4.86	9.10	6.62	10.31	4.80	0.8167	0.03	
		P67	6.80	7.06	6.64	5.93	5.70	5.97	6.91	5.97	5.70	7.06	6.13	10.31	4.80	0.4710	1.51	
		P68	7.39	8.13	4.59	4.88	7.26	4.49	4.49	5.73	4.47	7.39	6.42	10.31	4.80	0.5820	0.33	
		P69	8.30	6.82	5.91	6.14	5.08	4.68	4.35	5.45	4.35	8.30	5.84	10.31	4.80	0.5960	-0.71	
		TUBERÍA EN CANAL	25.60 m.															
TOTAL	89.52 m.																	
			< 0 AÑOS	36.40	0-1 AÑOS	15.21	1-2 AÑOS	43.91	2-3 AÑOS	0.00	3-10 AÑOS	0.48	>10 AÑOS	0.00				
APROBACIÓN FINAL																		
Inspeccionado por								Interpretado por				Aprobado por						
Jorge Escapadillo Agapito								Arquimedes Villegas Pereyra				Ing. Gonzalo Carpena Camino						
								James Sarabia Cueva				Ing. Gonzalo Carpena Camino						

Tramo II



<div><div></div><div>INSPECCIÓN UT - TUBERÍA DE MILL SAND L1 9060 - TRAMO II</div></div>										<div><div>Yanacocha</div><div>MINERA YANACOCCHA S.R.L.</div></div>								
ANEXO N° 1 : REPORTE DE MEDICIÓN DE ESPESORES (De Acuerdo API 570)																		
IDENTIFICACIÓN DE LA LINEA										Espesor mínimo de		OPERACIÓN		DISEÑO		AISLAMIENTO	EQUIPO	
LINEA N°	ø O.D. (Pulg.)	Inominal (mm.)	Material		De	Hasta	Fluido	EstructuralPor presión		Presión (PSIG)	Temp. (°F)	Presión (PSIG)	Temp. (°F)	Presión (PSIG)	Temp. (°F)			
T.M.S 9060 II	ø = 12" øext = 12.75" SCH - 40	10,31 mm.	ASTM A53 Gr B ASTM A106 Gr B		GOLD MILL	PAD	SOLUCIÓN CIANURADA	280 mm. 480 mm.		400	75	520	97.5	NO	ESTÁTICO			
NRO DE TUBERÍA	METRADO	PUNTOS REGISTRADOS POR TUBERÍA	MEDICIÓN DE ESPESORES "T" (mm.)											RATE DE CORROSIÓN (mm./Año)	VIDA REMANENTE (Años)	RECOMENDACIONES		
			0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	325°	MIN.	MÁX.	PROM.					ORIGINAL
T1 TUBERÍA	0.83 m.	P1	7.74	9.35	7.72	7.66	7.48	9.95	7.70	7.79	7.48	9.95	8.17	10.31	4.80	0.2630	9.47	INSPECCIONAR EN 5 AÑOS
T3 CURVA NUEVA	10.43 m.	P2	7.86	7.51	10.01	10.86	10.80	9.93	8.04	8.06	7.51	10.86	9.13	10.31	4.80	0.2800	9.68	INSPECCIONAR EN 5 AÑOS
		P3	9.91	10.08	10.15	10.82	10.46	9.95	10.02	10.28	9.91	10.82	10.21	10.31	4.80	0.0400	9.10	
		P4	9.73	10.27	10.14	10.18	10.31	10.34	10.05	9.70	10.34	10.09	10.31	4.80	0.0610	9.10		
		P5	9.87	10.42	10.33	10.26	10.14	10.19	10.51	9.87	10.51	10.28	10.31	4.80	0.0440	9.10		
		P6	9.93	10.12	10.31	10.28	9.96	9.97	10.12	10.11	9.93	10.31	10.10	10.31	4.80	0.0380	9.10	
		P7	9.85	10.12	10.09	10.11	10.08	9.74	9.66	9.82	9.66	10.31	9.96	10.31	4.80	0.0650	9.10	
		P8	10.42	9.85	10.06	9.72	10.13	10.14	10.20	10.33	9.72	10.42	10.11	10.31	4.80	0.0590	9.10	INSPECCIONAR EN 5 AÑOS
		P9	9.76	10.16	10.21	9.64	9.86	10.15	10.38	10.12	9.64	10.38	10.04	10.31	4.80	0.0670	9.10	
		P10	9.96	10.11	10.23	9.86	9.81	10.03	10.36	10.30	9.81	10.36	10.08	10.31	4.80	0.0500	9.10	
		P11	10.35	10.18	10.57	9.90	9.70	9.83	10.05	10.10	9.70	10.57	10.09	10.31	4.80	0.0610	9.10	
T4 TUBERÍA	5.15 m.	P12	10.23	10.72	9.92	9.83	9.64	9.84	10.34	10.42	9.64	10.72	10.15	10.31	4.80	0.0650	9.10	
		P13	9.98	9.80	9.62	9.59	9.44	9.73	9.78	9.63	9.44	9.88	9.68	10.31	4.80	0.0870	9.10	
		P14	7.90	7.66	7.51	7.91	7.65	7.81	8.14	9.60	7.51	9.60	8.02	10.31	4.80	0.2800	9.68	
		P15	7.65	7.50	7.94	8.01	7.81	7.78	7.91	8.44	7.50	8.44	7.88	10.31	4.80	0.2810	9.61	
		P16	7.60	7.73	7.97	7.62	7.80	7.40	7.75	8.68	7.40	8.68	7.82	10.31	4.80	0.2910	8.93	
		P17	7.96	7.42	7.75	8.14	7.97	8.22	7.86	8.00	7.42	8.26	7.97	10.31	4.80	0.2890	9.07	INSPECCIONAR EN 4 AÑOS
		P18	7.35	7.73	7.75	7.69	7.56	8.12	9.58	7.55	9.58	7.95	10.31	4.80	0.2760	9.96		
		P19	7.71	7.66	7.55	7.66	7.67	7.68		8.32	7.55	8.32	7.75	10.31	4.80	0.2760	9.96	
		P20	8.12	8.35	7.98	7.51	7.72	7.68	8.05	8.72	7.51	8.72	8.02	10.31	4.80	0.2800	9.68	
		P21	8.42	7.49	7.90	7.83	8.04	7.74	9.05	8.12	7.49	9.05	8.07	10.31	4.80	0.2820	9.54	
T5 TUBERÍA	10.98 m.	P22	7.47	8.10	8.82	7.81	8.86	8.15	8.35	8.50	7.47	8.86	8.27	10.31	4.80	0.2840	9.40	
		P23	8.47	7.86	7.44	7.82	7.91	8.04	7.98	8.72	7.44	8.72	8.03	10.31	4.80	0.2870	9.20	
		P24	7.77	7.44	8.45	7.94	7.69	8.09	8.32	7.72	7.44	8.45	7.93	10.31	4.80	0.2870	9.20	
		P25	8.23	8.02	8.42	7.98	7.50	8.11	8.31	7.74	7.50	8.42	8.04	10.31	4.80	0.2810	9.61	
		P26	7.98	8.07	8.88	8.53	7.43	7.76	8.66	8.04	7.43	8.88	8.18	10.31	4.80	0.2980	9.13	
		P27	7.95	8.32	8.68	8.26	7.51	7.95	7.80	8.08	7.51	8.68	8.07	10.31	4.80	0.2800	9.68	
		P28	8.12	7.50	8.53	8.13	8.08	7.90	7.86	7.86	7.50	8.53	8.00	10.31	4.80	0.2810	9.61	
		P29	7.89	8.05	8.34	8.21	8.13	8.64	7.89	7.54	7.54	8.64	8.09	10.31	4.80	0.2770	9.89	
		P30	6.70	8.27	9.12	8.69	7.56	6.07	7.14	6.50	6.07	9.12	7.51	10.31	4.80	0.4240	1.00	
		P31	6.43	7.87	7.72	8.04	8.40	7.07	7.92	7.27	6.43	8.40	7.59	10.31	4.80	0.3880	4.20	
T6 TUBERÍA	11.21 m.	P32	7.36	7.67	8.84	7.90	7.64	8.36	7.94	8.11	7.36	8.84	7.98	10.31	4.80	0.2950	8.68	
		P33	6.96	8.06	8.04	8.19	7.36	8.07	8.20	6.77	6.77	8.20	7.71	10.31	4.80	0.3540	5.56	
		P34	7.52	8.44	8.54	7.76	6.61	6.56	7.40	7.98	6.56	8.54	7.60	10.31	4.80	0.3750	4.67	
		P35	7.05	7.45	8.97	7.87	7.89	7.46	7.45	7.07	7.05	8.97	7.65	10.31	4.80	0.3260	6.40	INSPECCIONAR EN 1,5 AÑOS
		P36	7.36	7.52	8.99	7.27	7.58	6.70	6.68	6.94	6.68	8.99	7.38	10.31	4.80	0.3630	5.18	
		P37	7.26	8.67	8.77	7.38	7.41	6.78	7.07	6.80	6.78	8.77	7.52	10.31	4.80	0.3530	5.61	
		P38	7.08	7.73	7.86	7.84	7.41	7.40	7.55	7.03	7.03	7.86	7.49	10.31	4.80	0.3280	6.80	
		P39	7.82	8.23	8.34	7.99	7.14	6.86	7.14	7.24	6.86	8.34	7.60	10.31	4.80	0.3450	5.97	
		P40	7.20	8.49	9.12	8.48	7.47	7.55	6.45	6.42	6.45	9.12	7.67	10.31	4.80	0.3860	4.27	
		P41	7.33	7.91	9.31	8.79	7.26	7.31	6.59	7.03	6.59	9.31	7.64	10.31	4.80	0.3720	4.81	
T7 TUBERÍA	9.59 m.	P42	6.97	7.70	8.75	8.30	7.32	7.23	7.35	6.53	6.53	8.75	7.52	10.31	4.80	0.3780	4.88	
		P43	7.27	8.62	8.82	8.47	7.37	7.22	7.12	6.56	6.56	8.82	7.68	10.31	4.80	0.3750	4.69	INSPECCIONAR EN 2 AÑOS
		P44	7.40	8.44	8.46	8.27	6.46	6.77	6.41	6.89	6.41	8.46	7.39	10.31	4.80	0.3900	4.13	
		P45	6.65	8.17	8.87	9.04	7.57	7.47	7.30	6.44	6.44	9.04	7.69	10.31	4.80	0.3870	4.24	
		P46	10.48	10.37	10.69	10.34	10.79	10.08	10.21	10.85	10.08	10.94	10.54	10.31	4.80	0.0230	9.10	
		P47	10.35	10.37	10.50	10.31	10.18	10.12	10.24	10.63	10.12	10.63	10.34	10.31	4.80	0.0190	9.10	
		P48	10.48	10.32	10.51	10.37	10.59	10.17	10.30	10.31	10.17	10.59	10.38	10.31	4.80	0.0140	9.10	
		P49	10.39	10.38	10.45	10.71	10.50	10.09	10.05	10.31	10.05	10.71	10.25	10.31	4.80	0.0260	9.10	
		P50	10.36	10.39	10.40	10.93	10.22	10.04	10.05	10.93	10.04	10.93	10.47	10.31	4.80	0.0270	9.10	
		P51	10.32	10.34	10.71	10.24	10.71	10.21	10.38	10.48	10.21	10.71	10.42	10.31	4.80	0.0100	9.10	
T8 CURVA NUEVA	11.32 m.	P52	10.28	10.35	10.62	10.76	10.49	9.97	9.87	10.82	9.87	10.82	10.39	10.31	4.80	0.0440	9.10	
		P53	10.15	10.36	10.92	10.50	10.63	9.93	10.08	10.53	9.93	10.92	10.44	10.31	4.80	0.0380	9.10	
		P54	10.35	9.91	9.95	10.88	10.18	9.93	10.35	10.88	9.93	10.88	10.80	10.31	4.80	0.0400	9.10	
		P55	10.12	10.35	10.64	10.87	10.11	10.11	10.31	10.11	10.11	10.87	10.34	10.31	4.80	0.0200	9.10	
		P56	10.41	10.23	10.60	10.34	10.20	10.18	10.12	10.71	10.12	10.71	10.35	10.31	4.80	0.0190	9.10	
		P57	10.36	10.50	10.42	10.55	10.12	10.06	10.60	11.08	10.06	11.08	10.46	10.31	4.80	0.0250	9.10	
		P58	10.80	10.27	10.52	11.04	10.05	9.78	10.29	10.74	9.78	11.04	10.44	10.31	4.80	0.0530	9.10	INSPECCIONAR EN 5 AÑOS
		P59	10.32	10.18	10.60	10.37	10.14	10.11	10.15	10.43	10.15	10.60	10.29	10.31	4.80	0.0210	9.10	
		P60	10.48	10.63	10.88	11.34	10.48	9.97	10.12	10.90	9.97	11.34	10.58	10.31	4.80	0.0460	9.10	
		P61	10.43	10.32	10.28	10.69	10.14	9.84	10.03	10.69	9.84	10.69	10.30	10.31	4.80	0.0470	9.10	
T9 CURVA	10.29 m.	P62	6.72	6.08	8.38	8.12	10.35	9.19	6.71	6.50	6.08	10.35	7.88	10.31	4.80	0.4230	3.03	
		P63	6.62	6.90	7.11	9.00	9.13	8.12	6.94	6.81	6.62	9.13	7.58	10.31	4.80	0.3490	4.93	
		P64	6.89	7.91	8.96	8.43	10.12	7.76	7.10	7.12	6.89	10.12	7.93	10.31	4.80	0.3620	4.11	INSPECCIONAR EN 1,5 AÑOS
		P65	6.84	7.99	8.70	9.41	10.57	10.44	7.81	6.86	6.84	10.57	8.61	10.31	4.80	0.3470	5.88	
		P66	6.84	7.90	7.64	8.81	9.00	7.81	7.83	6.50	6.50	9.00	7.72	10.31	4.80	0.3810	4.44	
		P67	7.30	7.47	8.23	8.57	8.51	7.78	7.81	6.35	6.35	8.57	7.75	10.31	4.80	0.3960	5.19	
		P68	7.23	7.10	7.18	7.82	8.42	8.37	8.70	6.90	6.90	8.70	7.72	10.31	4.80	0.3410	6.16	
		P69	7.37	6.72	8.01	8.37	8.60	8.50	8.30	7.20	6.72	8.60	7.88	10.31	4.80	0.3590	5.35	
		P70	7.31	7.24	7.68	8.06	8.12											

Tramo III

		INSPECCIÓN UT - TUBERIA DE MILL SAND L1 9060 - TRAMO III										 MINERA YANACOCCHA S.R.L.			
ANEXO N° 3 : REPORTE DE MEDICIÓN DE ESPESORES (De Acuerdo API 570)															
LINEA N°	ø O.D. (Pulg.)	Inominal (mm.)	Material	De	Hasta	Fluido	Espesor mínimo de		Presión (PSIG)	Temp. (°F)	Presión (PSIG)	Temp. (°F)	AISLAMIEN TO TÉRMICO	EQUIPO	
							Estructural	Por presión							
T.M.S 9060 III	ø = 12" ext = 12.75" SCH - 40	10.31 mm.	ASTM A53 Gr B ASTM A106 Gr B	GOLD MILL	PAD	SOLUCIÓN CIANURAD	2.80 mm.	4.80 mm.	400	75	520	97.5	NO	ESTÁTICO	

NRO DE TUBERÍA	METRADO	PUNTOS REGISTRADOS POR TUBERÍA	MEDICIÓN DE ESPESORES "t" (mm.)												RATE DE CORROSIÓN (mm./Año)	VIDA REMANENTE (Años)	RECOMENDACIONES
			0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	325°	MIN.	MÁX.	PROM.	ORIGINAL			
T17	6.04 m.	P101	5.57	5.98	5.97	6.10	6.64	6.75	8.96	5.89	5.57	8.96	6.48	10.31	4.80	0.4740	1.62
		P102	6.21	6.32	6.27	6.47	7.08	6.97	6.13	5.73	5.73	7.08	6.40	10.31	4.80	0.4580	2.03
		P103	5.79	6.07	6.77	6.68	7.05	6.60	5.82	5.43	5.43	7.05	6.28	10.31	4.80	0.4880	1.29
		P104	5.95	6.48	6.37	6.81	6.57	6.22	6.12	5.76	5.76	6.81	6.29	10.31	4.80	0.4550	2.11
		P105	6.81	7.46	7.40	7.25	6.84	5.74	5.65	5.95	5.65	7.46	6.64	10.31	4.80	0.4660	1.82
T18	6.04 m.	P106	7.41	7.75	7.82	7.46	6.85	6.65	7.02	7.25	6.65	7.82	7.28	10.31	4.80	0.3660	5.05
		P107	6.27	6.70	6.93	6.64	6.50	6.21	6.26	6.41	6.21	6.93	6.49	10.31	4.80	0.4100	3.44
		P108	7.31	7.35	7.70	7.09	6.58	6.05	6.05	6.52	6.05	7.70	6.83	10.31	4.80	0.4260	2.93
		P109	6.86	6.98	7.19	6.61	6.30	6.52	6.36	6.84	6.30	7.19	6.71	10.31	4.80	0.4010	3.74
		P110	6.85	7.20	7.65	6.96	6.81	6.60	6.55	6.24	6.24	7.65	6.86	10.31	4.80	0.4070	3.54
T19	6.04 m.	P111	6.75	7.39	7.88	7.30	6.52	6.27	6.17	6.07	6.07	7.88	6.79	10.31	4.80	0.4240	3.00
		P112	6.76	6.97	7.89	6.98	6.99	6.95	6.88	6.42	6.42	7.89	6.98	10.31	4.80	0.3890	4.16
		P113	6.88	7.32	7.95	7.56	6.95	6.88	6.51	6.49	6.49	7.95	7.07	10.31	4.80	0.3820	4.42
		P114	7.00	7.85	8.05	7.11	6.62	6.35	6.28	6.74	6.28	8.05	7.00	10.31	4.80	0.4030	3.67
		P115	6.98	7.32	7.70	7.39	6.06	5.83	5.70	5.93	5.70	7.70	6.61	10.31	4.80	0.4610	1.95
T20	6.04 m.	P116	6.51	7.58	7.47	7.20	6.22	5.79	5.67	6.30	5.67	7.58	6.59	10.31	4.80	0.4640	1.88
		P117	6.74	7.12	7.47	6.42	6.08	5.68	5.59	5.80	5.59	7.47	6.36	10.31	4.80	0.4720	1.67
		P118	6.42	7.42	7.88	6.40	5.90	5.84	5.52	5.98	5.52	7.88	6.42	10.31	4.80	0.4790	1.50
		P119	6.65	7.28	7.57	6.96	6.40	5.80	5.68	5.62	5.62	7.57	6.50	10.31	4.80	0.4690	1.75
		P120	7.17	7.42	7.68	7.56	7.34	7.48	6.65	6.62	6.62	7.68	7.24	10.31	4.80	0.3690	4.93
T21	6.04 m.	P121	6.37	6.98	7.48	7.17	7.23	7.21	6.92	6.20	6.20	7.48	6.95	10.31	4.80	0.4110	3.41
		P122	6.72	6.93	6.88	6.38	6.48	6.35	6.40	6.70	6.35	6.93	6.61	10.31	4.80	0.3960	3.91
		P123	7.08	7.42	7.38	6.24	5.85	5.83	6.02	6.22	5.83	7.42	6.51	10.31	4.80	0.4480	2.30
		P124	6.41	6.43	6.95	6.53	6.39	5.65	6.22	6.49	5.65	6.95	6.38	10.31	4.80	0.4660	1.82
		P125	6.96	7.47	8.08	6.90	6.55	5.98	5.94	6.34	5.94	8.08	6.78	10.31	4.80	0.4370	2.61
T22	5.99 m.	P126	6.55	7.17	7.11	7.22	7.20	6.66	5.87	6.07	5.87	7.22	6.73	10.31	4.80	0.4440	2.41
		P127	6.40	6.66	6.48	6.63	6.49	6.41	6.18	6.23	6.18	6.66	6.44	10.31	4.80	0.4130	3.34
		P128	6.53	8.09	7.51	6.95	7.03	5.98	5.44	5.67	5.44	8.09	6.65	10.31	4.80	0.4870	1.31
		P129	7.22	7.86	7.40	6.50	5.72	5.58	6.40	6.60	5.58	7.86	6.66	10.31	4.80	0.4730	1.65
		P130	6.32	6.37	6.31	6.57	6.93	6.19	6.72	6.13	6.13	6.93	6.44	10.31	4.80	0.4180	3.18
T23 TUBERÍA GIRADA	5.80 m.	P131	6.02	6.07	6.36	6.64	6.35	6.15	6.37	6.22	6.02	6.44	6.27	10.31	4.80	0.4290	2.84
		P132	5.62	5.94	6.03	6.13	6.14	6.59	6.43	6.22	5.62	6.59	6.14	10.31	4.80	0.4690	1.75
		P133	6.80	5.98	5.52	5.94	5.65	6.08	5.68	6.48	5.52	6.80	6.02	10.31	4.80	0.4790	1.50
		P134	6.63	7.02	7.19	6.14	6.31	5.71	5.70	5.47	5.47	7.19	6.27	10.31	4.80	0.4840	1.38
		P135	6.48	6.62	6.68	6.68	6.28	5.55	5.80	6.09	5.55	6.68	6.27	10.31	4.80	0.4760	1.58
T24	5.99 m.	P136	6.34	6.68	7.35	6.17	6.18	5.38	5.50	6.04	5.38	7.35	6.21	10.31	4.80	0.4930	1.18
		P137	6.91	7.43	7.25	7.18	5.92	5.80	5.83	6.28	5.80	7.43	6.58	10.31	4.80	0.4510	2.22
		P138	6.30	6.60	6.92	6.42	5.87	5.45	5.35	5.98	5.35	6.92	6.11	10.31	4.80	0.4960	1.11
		P139	6.13	6.18	6.81	6.65	6.75	6.69	5.95	5.95	5.95	6.81	6.39	10.31	4.80	0.4360	2.44
		P140	6.47	6.34	6.67	6.43	6.19	6.36	6.20	6.22	6.19	6.67	6.36	10.31	4.80	0.4120	3.37
T25	6.04 m.	P141	5.98	6.23	6.81	6.83	6.77	6.23	5.83	5.68	5.68	6.83	6.30	10.31	4.80	0.4630	1.90
		P142	5.94	6.11	6.41	6.22	6.37	6.11	6.72	7.79	5.94	7.79	6.46	10.31	4.80	0.4370	2.61
		P143	7.36	7.17	7.11	6.34	5.64	5.27	5.98	6.40	5.27	7.36	6.41	10.31	4.80	0.5040	0.93
		P144	6.74	7.05	7.41	6.49	6.19	5.76	5.62	5.97	5.62	7.41	6.40	10.31	4.80	0.4690	1.75
		P145	6.27	7.05	7.18	6.12	5.22	5.40	5.44	5.51	5.22	7.18	6.02	10.31	4.80	0.5090	0.83
T26	6.04 m.	P146	6.75	7.42	7.55	6.62	5.53	5.70	6.02	6.64	5.53	7.55	6.53	10.31	4.80	0.4780	1.53
		P147	6.57	7.26	7.52	7.78	6.16	5.58	5.20	5.45	5.20	7.78	6.44	10.31	4.80	0.5110	0.78
		P148	5.98	6.42	6.94	6.68	6.60	6.47	6.07	6.70	5.98	6.94	6.48	10.31	4.80	0.4330	2.73
		P149	6.09	7.53	7.95	7.29	6.38	5.67	5.59	5.79	5.59	7.95	6.54	10.31	4.80	0.4720	1.67
		P150	6.51	7.42	7.70	6.96	6.01	5.67	5.41	5.88	5.41	7.70	6.45	10.31	4.80	0.4900	1.24
T27	6.04 m.	P151	6.25	7.04	7.50	6.89	5.99	5.93	5.95	6.01	5.93	7.50	6.45	10.31	4.80	0.4380	2.58
		P152	6.95	6.78	7.27	7.44	7.14	6.19	5.59	5.66	5.59	7.44	6.63	10.31	4.80	0.4720	1.67
		P153	6.56	6.16	6.18	6.19	5.97	6.34	6.52	6.65	5.97	6.65	6.32	10.31	4.80	0.4340	2.70
		P154	6.81	6.62	6.45	6.22	5.98	5.95	6.33	6.26	5.95	6.81	6.33	10.31	4.80	0.4360	2.64
		P155	5.93	6.19	6.92	6.81	6.70	6.46	5.69	5.99	5.69	6.92	6.34	10.31	4.80	0.4620	1.93
T28	6.02 m.	P156	6.23	6.75	7.09	7.35	6.26	5.90	5.19	5.44	5.19	7.35	6.28	10.31	4.80	0.5120	0.76
		P157	6.87	7.02	6.43	6.01	5.10	4.95	5.76	6.24	4.95	7.02	6.05	10.31	4.80	0.5360	0.28
		P158	6.79	6.90	6.94	6.63	5.95	5.77	5.73	6.10	5.73	6.94	6.35	10.31	4.80	0.4580	2.03
		P159	7.02	6.93	7.35	6.37	5.58	5.58	5.73	6.05	5.58	7.35	6.33	10.31	4.80	0.4730	1.65
		P160	6.40	7.33	7.65	6.53	6.41	5.69	5.64	5.28	5.28	7.65	6.37	10.31	4.80	0.5030	0.95
T29	6.02 m.	P161	6.87	7.56	7.70	7.36	6.20	5.64	5.41	5.80	5.41	7.70	6.57	10.31	4.80	0.4900	1.24
		P162	5.99	6.60	7.08	6.90	5.73	5.39	5.69	4.96	4.96	7.08	6.04	10.31	4.80	0.5350	0.30
		P163	6.45	6.16	6.36	5.98	5.95	5.80	5.98	6.25	5.80	6.45	6.12	10.31	4.80	0.4510	2.22
		P164	6.29	6.30	6.59	6.66	6.28	5.93	6.32	6.16	5.93	6.66	6.32	10.31	4.80	0.4380	2.58
		P165	6.71	7.04	6.77	6.78	6.50	6.30	5.70	5.73	5.70	7.04	6.44	10.31	4.80	0.4610	1.95
T30	6.03 m.	P166	6.84	7.45	7.52	7.14	6.05	5.49	5.40	6.48	5.40	7.52	6.55	10.31	4.80	0.4910	1.22
		P167	7.24	7.21	7.15	6.28	5.80	5.43	5.98	6.75	5.43	7.24	6.48	10.31	4.80	0.4880	1.29
		P168	7.02	7.12	7.29	6.94	6.50	6.00	5.91	6.38	5.91	7.29	6.65	10.31	4.80	0.4400	2.52
		P169	6.63	7.20	7.27	6.59	6.73	5.98	5.79	5.68	5.68	7.27	6.48	10.31	4.80	0.4630	1.90
		P170	6.17	6.69	7.28	7.04	6.96	7.08	5.94	6.35	5.94	7.28	6.69	10.31	4.80	0.4370	2.61
T31	5.88 m.	P171	6.36	6.65	6.70	6.20	6.60	5.90	6.40	6.20	5.90	6.71	6.38	10.31	4.80	0.4410	2.49
		P172	9.52	9.54	9.40	9.18	9.50	8.90	9.60</								

Tramo IV

	INSPECCIÓN UT - TUBERIA DE MILL SAND 9060, TRAMO IV										 MINERA YANACocha S.R.L										
ANEXO N° 1 : REPORTE DE MEDICIÓN DE ESPESORES (De Acuerdo API 570)																					
IDENTIFICACIÓN DE LA LÍNEA														Esesor mínimo de		OPERACION		DISEÑO		AISLAMIENTO TÉRMICO	EQUIPO
LINEA N°	ø O.D. (Pulg.)	Inominal (mm.)	Material	De	Hasta	Fluido	retiro Estructural	Por presión	Presión (PSIG)	Temp. (°F)	Presión (PSIG)	Temp. (°F)									
T.M.S.9060 IV	ø = 12" øext = 12.75" SCH - 40	10,31 mm.	ASTMA53GrB ASTM A106 GrB	GOLD MILL	PAD	SOLUCIÓN CIANURAD	3.3 mm.	4.80 mm.	400	75	520	97.5	NO	ESTÁTICO							

NRO DE TUBERÍA	METRADO	PUNTOS REGISTRADOS POR TUBERÍA	MEDICIÓN DE ESPESORES "T" (mm.)													RATE DE CORROSIÓN (mm./Año)	VIDA REMANENTE (Años)	OBSERVACIONES
			0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	325°	MIN.	MÁX.	PROM.	ORIGINAL	DE RETIRO (mm.)			
T1 TUBERÍA	6.00 m.	P1	7.02	7.96	8.28	7.69	6.60	6.95	5.17	6.47	5.17	8.28	7.02	10.31	4.80	0.5140	0.72	
		P2	7.70	8.63	8.92	9.38	7.21	5.54	5.76	5.73	5.54	9.38	7.36	10.31	4.80	0.4770	1.55	
		P3	6.54	7.43	8.87	8.67	6.44	5.66	5.02	6.47	5.02	8.87	6.89	10.31	4.80	0.5290	0.42	
		P4	6.20	6.99	7.14	8.28	6.63	5.77	5.34	5.35	5.34	8.28	6.46	10.31	4.80	0.4970	1.09	
		P5	6.81	7.77	7.33	7.64	5.86	5.79	5.25	5.42	5.25	7.77	6.48	10.31	4.80	0.5060	0.89	
		P6	6.16	6.83	7.87	6.85	6.19	5.31	5.09	6.03	5.09	7.87	6.29	10.31	4.80	0.5220	0.56	
		P7	5.95	7.34	7.41	7.37	5.94	5.44	5.32	5.77	5.32	7.41	6.32	10.31	4.80	0.4990	1.04	
T2 TUBERÍA	11.43 m.	P8	6.77	7.54	8.97	7.03	6.33	6.15	6.38	5.94	5.94	8.97	6.89	10.31	4.80	0.4370	2.61	
		P9	6.74	7.07	8.48	7.19	6.45	6.30	6.15	6.82	6.15	8.48	6.90	10.31	4.80	0.4160	3.25	
		P10	6.57	8.02	8.46	7.18	6.22	6.32	6.80	6.68	6.22	8.46	7.03	10.31	4.80	0.4090	3.47	
		P11	5.87	7.06	8.38	7.33	5.82	6.31	6.56	6.09	5.82	8.38	6.68	10.31	4.80	0.4490	2.27	
		P12	7.31	8.17	8.75	8.02	7.11	6.47	6.26	6.41	6.26	8.75	7.31	10.31	4.80	0.4050	3.60	
		P13	7.42	8.62	8.65	7.66	6.66	6.38	6.32	7.15	6.32	8.65	7.36	10.31	4.80	0.3990	3.81	
		P14	7.78	6.79	7.75	7.14	7.16	5.66	5.81	7.07	5.66	7.78	6.90	10.31	4.80	0.4650	1.85	
T3 TUBERÍA	11.31 m.	P15	7.12	6.87	7.49	7.15	6.30	5.82	6.82	6.66	5.82	7.49	6.78	10.31	4.80	0.4490	2.27	
		P16	7.37	7.79	7.68	7.54	6.41	5.95	5.92	6.77	5.92	7.79	6.93	10.31	4.80	0.4390	2.55	
		P17	7.40	6.87	8.14	7.34	6.95	6.12	5.95	6.41	5.95	8.14	6.90	10.31	4.80	0.4360	2.64	
		P18	6.77	7.05	7.03	6.90	7.51	5.12	5.23	7.32	5.12	7.51	6.62	10.31	4.80	0.5190	0.62	
		P19	6.90	7.26	6.52	6.56	7.04	4.53	5.80	7.60	5.80	7.60	6.78	10.31	4.80	0.4510	2.22	
		P20	6.72	7.14	7.42	7.08	7.94	7.09	5.61	5.67	5.61	7.94	6.83	10.31	4.80	0.4700	1.72	
		P21	6.99	8.13	7.32	7.31	6.64	6.69	5.70	6.74	5.70	8.13	6.94	10.31	4.80	0.4610	1.95	
T4 TUBERÍA	11.50 m.	P22	5.11	6.52	7.73	6.95	7.38	6.14	4.91	6.34	4.91	7.73	6.39	10.31	4.80	0.5400	0.20	
		P23	7.48	7.31	7.72	8.14	7.98	7.21	5.82	6.97	5.82	8.14	7.33	10.31	4.80	0.4490	2.27	
		P24	7.34	7.73	7.26	8.12	7.43	6.73	5.83	6.68	5.83	8.12	7.14	10.31	4.80	0.4480	2.30	
		P25	7.15	7.83	8.20	7.72	7.64	6.91	6.34	6.57	6.34	8.20	7.30	10.31	4.80	0.3970	3.88	
		P26	6.54	7.51	6.65	7.61	7.70	6.81	5.77	6.87	5.77	7.70	6.93	10.31	4.80	0.4540	2.14	
		P27	6.22	7.09	8.44	8.28	7.12	7.18	5.74	6.45	5.74	8.44	7.07	10.31	4.80	0.4570	2.04	
		P28	7.54	6.97	7.14	7.80	6.87	6.92	5.79	7.64	5.79	7.80	7.08	10.31	4.80	0.4520	2.19	
T5 TUBERÍA	11.18 m.	P29	6.74	7.83	7.41	8.32	7.14	7.39	6.22	7.12	6.22	8.32	7.27	10.31	4.80	0.4090	3.47	
		P30	6.44	7.73	7.61	8.27	6.95	6.91	6.02	7.12	6.02	8.27	7.13	10.31	4.80	0.4290	2.84	
		P31	7.52	7.72	7.84	8.27	7.11	6.77	5.83	7.36	5.83	8.27	7.30	10.31	4.80	0.4480	2.30	
		P32	6.84	7.60	7.17	7.63	6.61	7.15	6.62	7.61	6.61	7.63	7.15	10.31	4.80	0.3700	4.89	
		P33	6.94	7.53	8.11	7.33	6.29	6.92	5.45	7.14	5.45	8.11	6.96	10.31	4.80	0.4860	1.34	
		P34	6.60	8.54	8.42	8.17	6.10	7.43	6.42	7.59	6.10	8.54	7.41	10.31	4.80	0.4210	3.09	
		P35	7.41	8.52	7.71	8.42	7.72	6.30	6.18	6.86	6.18	8.52	7.39	10.31	4.80	0.4130	3.34	
T6 TUBERÍA	4.07 m.	P36	6.64	7.23	7.61	6.77	6.81	6.83	6.51	7.31	6.51	7.61	6.96	10.31	4.80	0.3800	4.50	
		P37	6.60	6.53	5.75	6.60	6.95	6.77	5.72	6.42	5.72	6.95	6.42	10.31	4.80	0.4590	2.00	
		P38	6.25	6.46	6.65	5.85	5.55	5.87	5.65	6.07	5.55	6.65	6.04	10.31	4.80	0.4760	1.58	
		P39	5.97	6.03	5.90	6.45	6.00	6.48	5.55	5.70	5.55	6.48	6.01	10.31	4.80	0.4760	1.58	
		P40	5.88	6.33	6.39	6.32	6.07	6.03	5.56	6.18	5.56	6.39	6.10	10.31	4.80	0.4750	1.60	
		P41	7.32	7.03	6.65	5.85	5.96	6.51	5.95	6.70	5.85	7.32	6.50	10.31	4.80	0.4460	2.35	
		P42	5.93	5.65	6.77	5.97	5.99	6.35	5.97	5.25	5.25	6.77	5.99	10.31	4.80	0.5060	0.89	
T7 CURVA	0.30 m.	P43	6.58	6.40	6.68	6.25	5.89	6.25	6.20	6.15	5.89	6.68	6.30	10.31	4.80	0.4420	2.47	
		P44	6.95	6.20	5.81	6.09	5.95	6.42	5.84	6.85	5.81	6.95	6.26	10.31	4.80	0.4500	2.24	
		P45	6.85	5.86	6.12	6.18	6.28	7.30	6.23	7.50	5.86	7.50	6.54	10.31	4.80	0.4450	2.38	
T7 CURVA	0.30 m.	P46	5.90	6.75	6.39	6.05	6.00	5.09	6.50	6.88	5.09	6.88	6.20	10.31	4.80	0.5220	0.56	
		P47	6.65	7.80	7.50	5.66	5.81	5.87	5.90	6.66	5.66	7.80	6.48	10.31	4.80	0.4650	1.85	
		P48	5.40	8.44	7.54	6.76	5.69	5.95			5.40	8.44	6.63	10.31	4.80	0.4910	1.22	
T7 CURVA	0.30 m.	P49	8.22	8.39	7.86	7.03	6.18	5.60	5.50	5.85	5.50	8.39	6.83	10.31	4.80	0.4810	1.46	
		P50	6.85	7.85	7.80	7.60	5.88	5.81		6.50	5.81	7.85	6.90	10.31	4.80	0.4500	2.24	
T7 CURVA	0.30 m.	P51	8.95	8.01	8.58	7.28	6.25			6.25	8.95	7.81	10.31	4.80	0.4060	3.57		

TOTAL

55.79 m.

<0 AÑOS

0.00

0-1 AÑOS

28.49

1-2 AÑOS

27.00

2-3 AÑOS

0.00

3-10 AÑOS



0.30

>10 AÑOS

0.00

APROBACIÓN FINAL			
Inspeccionado por		Interpretado por	
Jorge Escajadillo Agapito	Arquimedes Villegas Pereyra	James Sarabia Cueva	Ing. Gonzalo Cárpene Camino

Tramo V

		INSPECCIÓN UT - TUBERÍA DE MILL SAND L1 9060 - TRAMO V										 MINERA YANACOCOA S.R.L.						
ANEXO N° 1 : REPORTE DE MEDICIÓN DE ESPESORES (De Acuerdo API 570)																		
LINEA N°	ø O.D. (Pulg.)	Inominal (mm.)	Material	De	Hasta	Fluido	Espesor mínimo de		OPERACIÓN		DISEÑO		AISLAMIENTO TÉRMICO	EQUIPO				
							Estructural	Por presión	Presión (PSIG)	Temp. (°F)	Presión (PSIG)	Temp. (°F)						
T.M.S 9060 V	ø = 12" øext = 12.75" SCH - 40	10.31 mm.	ASTM A53 Gr B ASTM A106 Gr B	GOLD MILL	PAD	SOLUCIÓN CIANURADO	2.80 mm.	4.80 mm.	400	75	520	97.5	NO	ESTÁTICO				
NRO DE TUBERÍA	METRADO	PUNTOS REGISTRADOS POR TUBERÍA	MEDICIÓN DE ESPESORES "t" (mm.)										RATE DE CORROSIÓN (mm./Año)	VIDA REMANENTE (Años)	RECOMENDACIONES			
			0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	325°	MIN.	MÁX.				PROM.	ORIGINAL	DE RETIRO (mm.)
T1 TUBERÍA NUEVA	12.00 m.	P1	10.05	9.93	9.80	9.75	9.90	9.73	10.00	10.06	9.73	10.06	9.90	10.31	4.80	0.0580	>10	INSPECCIONAR EN 5 AÑOS
		P2	9.81	9.87	9.88	9.85	9.86	9.75	9.73	9.70	9.70	9.88	9.81	10.31	4.80	0.0610	>10	
		P3	9.62	9.78	9.84	9.81	9.79	9.69	9.64	9.76	9.62	9.84	9.74	10.31	4.80	0.0690	>10	
		P4	9.79	9.80	9.42	9.55	9.76	9.85	10.13	10.05	9.42	10.13	9.79	10.31	4.80	0.0890	>10	
		P5	9.79	9.95	9.87	9.91	9.65	9.68	9.89	9.85	9.65	9.95	9.82	10.31	4.80	0.0660	>10	
		P6	9.99	9.91	9.81	9.86	9.76	9.84	10.07	10.01	9.76	10.07	9.91	10.31	4.80	0.0550	>10	
		P7	10.15	10.17	9.95	9.96	9.95	9.97	9.75	9.75	9.75	10.17	9.99	10.31	4.80	0.0560	>10	
		P8	9.95	9.97	9.92	10.15	10.19	10.17	10.23	9.92	10.23	10.08	10.31	4.80	0.0390	>10		
		P9	10.20	10.31	10.87	10.65	10.81	10.87	10.73	10.50	10.20	10.87	10.42	10.31	4.80	0.0110	>10	
		P10	9.96	10.29	10.62	10.43	10.60	10.59	10.50	9.61	9.61	10.42	10.33	10.31	4.80	0.0700	>10	
T2 TUBERÍA NUEVA	12.00 m.	P11	10.51	10.57	10.52	10.30	10.29	10.32	10.11	10.49	10.11	10.57	10.39	10.31	4.80	0.0200	>10	INSPECCIONAR EN 5 AÑOS
		P12	10.47	10.30	10.14	9.92	10.15	10.18	10.55	10.70	9.93	10.70	10.39	10.31	4.80	0.0440	>10	
		P13	10.55	10.51	10.43	10.36	10.09	9.94	10.10	10.57	9.94	10.57	10.32	10.31	4.80	0.0370	>10	
		P14	9.77	9.91	10.19	10.21	10.49	10.60	10.39	10.27	9.77	10.60	10.23	10.31	4.80	0.0540	>10	
		P15	9.71	10.02	10.29	10.51	10.60	10.56	9.69	9.72	9.69	10.60	10.14	10.31	4.80	0.0620	>10	
		P16	9.90	9.88	9.85	9.86	10.15	10.14	10.31	10.59	9.85	10.59	10.09	10.31	4.80	0.0480	>10	
		P17	10.47	10.30	10.14	9.93	10.15	10.18	10.55	10.70	9.93	10.70	10.39	10.31	4.80	0.0380	>10	
		P18	9.69	10.03	10.79	10.50	10.78	10.50	10.04	9.98	9.69	10.79	10.29	10.31	4.80	0.0620	>10	
		P19	10.74	10.84	10.50	10.48	9.91	9.99	10.02	10.74	9.91	10.84	10.40	10.31	4.80	0.0400	>10	
		P20	5.95	7.23	7.89	7.32	6.13			5.92	5.92	7.89	6.74	10.31	4.80	0.4390	2.35	
T3 TUBERÍA	8.85 m.	P21	8.14	9.23	8.92	7.87	7.43			8.12	7.43	9.23	8.29	10.31	4.80	0.2880	9.13	INSPECCIONAR EN 0.5 AÑOS
		P22	7.89	9.21	8.71	8.06	6.66	6.70	5.57	7.76	5.57	9.21	7.57	10.31	4.80	0.4740	1.42	
		P23	8.62	9.18	8.33	7.39	7.62	6.42	5.59	7.36	5.59	9.18	7.56	10.31	4.80	0.4720	1.67	
		P24	8.68	9.14	8.25	7.73	7.47	6.11	6.40	7.41	6.11	9.14	7.65	10.31	4.80	0.4200	3.12	
		P25	8.11	8.18	8.67	8.02	7.57	6.37	5.95	6.59	5.95	8.67	7.43	10.31	4.80	0.4360	2.84	
		P26	8.45	8.22	8.77	8.02	7.57	6.03	5.92	6.90	5.92	8.77	7.03	10.31	4.80	0.4390	2.51	
		P27	8.48	8.91	7.97	6.55	7.54	7.95	5.38	8.22	5.38	8.91	7.63	10.31	4.80	0.4930	1.18	
		P28	7.60	8.87	9.18	8.64	7.79	6.85	7.31	6.96	6.85	9.18	7.90	10.31	4.80	0.3460	5.92	
		P29	8.20	7.80	9.14	8.60	7.90	6.49	7.04	7.34	6.49	9.14	7.73	10.31	4.80	0.3820	4.40	
		P30	6.40	6.72	6.48	6.72	6.93	6.47	5.11	7.10	5.11	7.10	6.49	10.31	4.80	0.5200	0.30	
T4 TUBERÍA	2.90 m.	P31	7.60	6.81	6.46	6.82	7.63	6.43	6.30	7.23	6.30	7.82	6.87	10.31	4.80	0.4010	0.70	INSPECCIONAR EN 1.5 AÑOS
		P32	7.10	7.26	6.95	7.66	7.26	6.17	6.48	7.26	5.48	7.66	6.89	10.31	4.80	0.4830	1.41	
		P33	6.99	7.12	7.07	7.55	6.29	6.35	6.40	7.03	6.29	7.55	6.85	10.31	4.80	0.4020	3.71	
		P34	7.09	5.99	7.33	6.07	5.57	6.68	7.00	6.91	5.57	6.07	6.83	10.31	4.80	0.4740	1.42	
		P35	6.95	7.24	7.44	6.15	6.46	5.04	7.30	5.04	7.44	6.71	7.10	10.31	4.80	0.5270	0.46	
		P36	7.58	6.97	7.57	8.48	8.08	8.15	7.59	7.14	7.14	8.88	7.97	10.31	4.80	0.3170	7.29	
		P37	8.37	8.48	8.07	8.36	8.12	7.50	8.38	7.66	7.50	8.48	8.12	10.31	4.80	0.2810	9.41	
		P38	7.40	7.46	6.30	7.43	6.65	7.44	7.79	7.25	6.30	7.79	7.22	10.31	4.80	0.4010	3.74	
		P39	7.34	7.27	7.42	7.61	6.30	7.50	7.66	6.53	6.30	7.66	7.20	10.31	4.80	0.4010	3.74	
		P40	9.34	9.39	9.52	10.02	11.08	9.82	10.05	10.22	9.34	11.08	9.93	10.31	4.80	0.0970	>10	
T5 TUBERÍA	12.26 m.	P41	10.47	10.34	10.38	10.53	11.00	10.54	10.50	10.54	10.54	10.34	10.38	10.31	4.80	0.0710	>10	INSPECCIONAR EN 5 AÑOS
		P42	9.42	9.23	9.43	10.32	10.90	10.59	10.75	9.69	9.23	10.90	10.04	10.31	4.80	0.1080	>10	
		P43	9.61	9.23	9.42	9.65	10.64	10.06	9.84	9.80	9.23	10.64	9.78	10.31	4.80	0.1080	>10	
		P44	9.99	9.38	9.23	9.11	9.69	10.61	11.00	10.66	9.11	11.00	9.96	10.31	4.80	0.1200	>10	
		P45	9.99	10.20	9.85	10.10	10.27	10.55	9.80	10.02	9.80	10.55	10.10	10.31	4.80	0.0510	>10	
		P46	10.77	10.36	9.42	9.31	10.15	10.42	10.80	10.52	9.31	10.80	10.36	10.31	4.80	0.1000	>10	
		P47	10.17	9.84	10.23	9.46	10.12	10.25	10.40	10.20	9.46	10.40	10.08	10.31	4.80	0.0850	>10	
		P48	10.74	10.52	9.46	10.05	9.88	10.26	10.36	10.55	9.46	10.74	10.23	10.31	4.80	0.0850	>10	
		P49	10.48	10.49	10.29	9.72	10.06	10.03	10.67	10.15	9.72	10.67	10.24	10.31	4.80	0.0390	>10	
		P50	8.96	7.30	5.60	7.73	8.50	8.30	9.22	7.65	5.60	9.22	7.66	10.31	4.80	0.4710	1.70	
T6 TUBERÍA	11.68 m.	P51	8.22	7.92	8.75	8.46	7.92	7.84	7.22	8.37	7.22	8.75	8.09	10.31	4.80	0.3990	7.83	INSPECCIONAR EN 0.5 AÑOS
		P52	8.84	8.38	7.91	7.84	7.24	8.16	7.38	8.51	7.24	8.84	8.03	10.31	4.80	0.3070	7.95	
		P53	8.28	8.30	8.34	8.15	7.68	8.47	7.30	7.90	7.30	8.47	8.05	10.31	4.80	0.3010	8.31	
		P54	8.36	9.11	8.27	7.90	6.79	8.32	7.04	8.22	6.79	9.11	8.00	10.31	4.80	0.3520	6.65	
		P55	8.00	9.18	8.70	9.23	8.71	7.75	7.00	8.38	7.00	9.23	8.37	10.31	4.80	0.3310	6.48	
		P56	8.07	8.68	8.37	8.61	7.70	7.41	6.40	7.04	6.40	8.37	8.19	10.31	4.80	0.3270	8.15	
		P57	8.57	9.50	9.57	8.53	7.27	6.96	6.40	8.11	6.40	9.57	8.14	10.31	4.80	0.3710	4.85	
		P58	7.96	10.18	10.05	9.08	8.80	7.17	5.46	7.03	5.46	10.18	8.22	10.31	4.80	0.4850	1.34	
		P59	8.19	8.34	9.20	9.06	8.56	6.74	6.00	7.58	6.00	9.20	7.96	10.31	4.80	0.4310	7.77	
		P60	8.42	8.30	9.42	9.09	9.19	6.74	6.41	6.41	6.41	9.42	8.02	10.31	4.80	0.3820	4.13	
T7 TUBERÍA	11.31 m.	P61	7.30	8.42	8.50	7.96	7.84	6.96	6.56	7.08	6.56	8.50	7.58	10.31	4.80	0.3750	4.69	INSPECCIONAR EN 0.5 AÑOS
		P62	7.92	7.80	7.73	8.46	7.83	7.11	6.70	7.27	6.70	8.46	7.60	10.31	4.80	0.3610	5.26	
		P63	9.05	9.46	8.80	8.56	7.28	6.64	6.90	8.02	6.84	9.46	8.11	10.31	4.80	0.3470	5.88	
		P64	9.44	9.07	8.62	8.12	7.30	6.19	6.40	7.15	6.20	9.07	8.87	10.31	4.80	0.3470	5.88	
		P65	8.38	8.08	8.19	8.24	7.23	7.40	7.48	7.41	7.23	8.38	7.83	10.31	4.80	0.3080	7.89	
		P66	7.00	8.03	8.46	7.30	7.15	6.85	6.59	6.59	8.70	7.51	10.31	4.80	0.3720	4.81		
		P67	8.36	7.80	8.96	8.10	7.86	7.13	6.38	7.12	6.38	8.96	7.71	10.31	4.80	0.3930	4.02	
		P68	8.30	9.46	9.71	8.11	7.27	5.90	5.70	7.23	5.70	9.71	7.71	10.31	4.80	0.4610	1.98	
		P69	8.27	8.09	8.27	8.48	7.95	6.47	6.47	6.47	8.27	8.48	7.95	10.31	4.80	0.3420	6.45	
		P70	7.78	9.25	9.30	8.54	7.07	6.84	6.55	6.95	6.55	9.30	7.79	10.31	4.80	0.3760	4.45	
T8 TUBERÍA	11.46 m.	P71	8.10	9.22	7.90	8.46	7.55	7.02	6.32	6.47	9.22	7.23	10.31	4.80	0.3990	3.81	INSPECCIONAR EN 0.9 AÑOS	
		P72	8.11	7.88	8.15	8.71	8.30	7.70	6.75	7.15	6.75	8.71	7.76	10.31	4.80	0.3560		5.48
		P73	7.81	7.36	5.48	5.26	4.94	3.80	5.05	6.00	3.80	7.81	5.71	10.31	4.80	0.6510		1.34
		P74	11.05	10.02	9.89	9.48												

Anexo 5

Certificado de Calibración de Equipo Phased Array



ADEMINSAC
Calle Cerro Azul 479 Urb. San Ignacio de Monterrico
Santiago de Surco
Lima - Perú

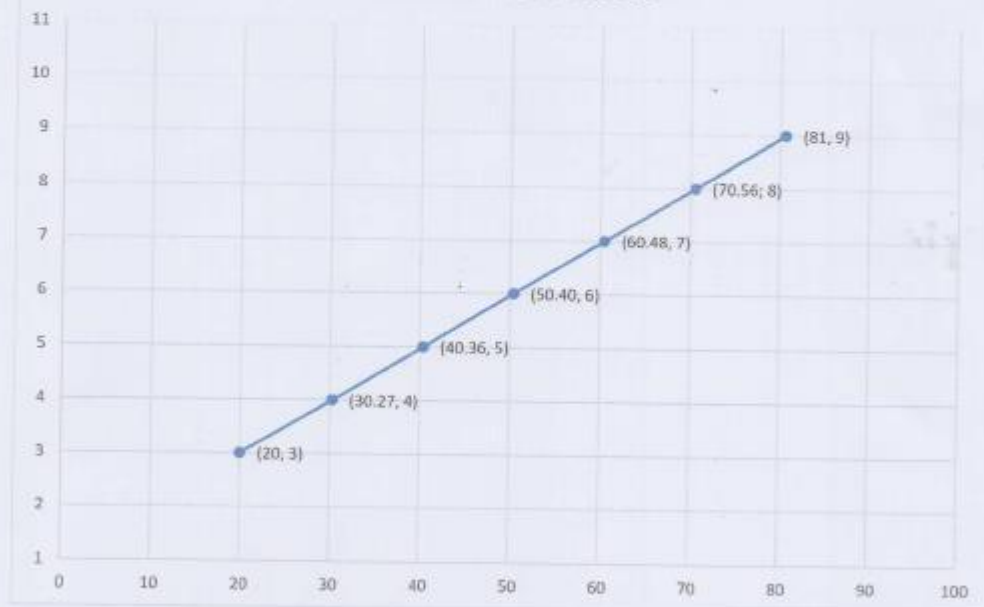
Date: Saturday, November 26th, 2016

CALIBRATION CERTIFICATE

CALIBRATED ELEMENTS: DISPLAY AND TRANSDUCER

DISPLAY	TRANSDUCER
Manufacturer : SONATEST	Manufacturer : SIUI
Type/Model : D20+	Type : P2.5-20
Serial No : I010671	Frecuency/Size : 2.5MHz / 20 mm
	S/N: 7205612

Determination of Horizontal Linearity - D20+ S/N: I010671 &
Transducer - S/N: 7205612

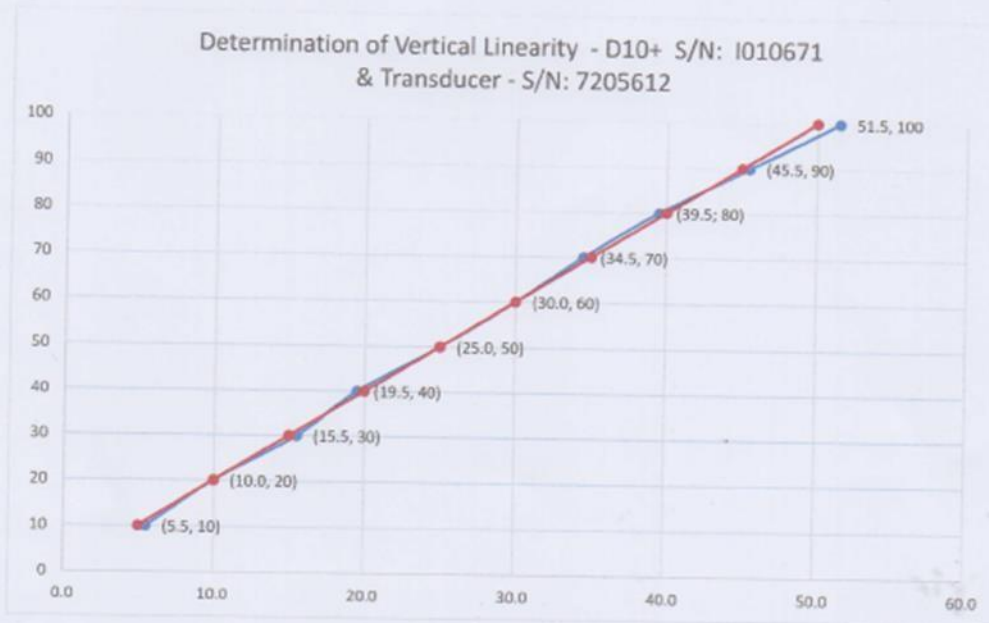


Data of Horizontal Linearity - D20+ S/N: I010671 & Transducer - S/N: 7205612										
Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sounth Path (mm)	27.33	47.04	69.32	91.99	114.27	136.42	158.67	180.91	203.13	225.4
Percentage(%)			20	30.27	40.36	50.40	60.48	70.56	81	



ADEMINSAC
Calle Cerro Azul 479 Urb. San Ignacio de Monterrico
Santiago de Surco
Lima - Perú

Date: Saturday, November 26th, 2016



Data of Horizontal Linearity - D20+ S/N: I010671 & Transducer - S/N: 7205612										
Percentage - Amplitude(%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
HA (Amplitude - FSH)	10.0	20.5	30.5	39.5	50.5	59.5	69.5	79.5	90.5	101.5
HB (Amplitude - FSH)	5.5	10.0	15.5	19.5	25.0	30.0	34.5	39.5	45.5	51.5

REFERENCE BLOCKS

Type: ASTM E127	Valid until : 26/11/17
1018-5-0012	S/N: 1111307
Calibration Block N° 2	S/N: 27963


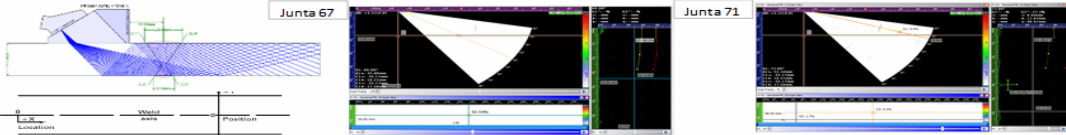
NOTE

Authorized signature:

ING. ALVARO REYNA B.
GERENTE DE OPERACIONES
ASNT NDT LEVEL III N. 205531
CWI AWS N. 12081961
CERTIFIED API 970 INSPECTOR N. 55892


Anexo 6

Según el Inspector NDT nivel III Ing. Jorge Huertas al inspeccionar los 123 cordones de soldadura no se encontró discontinuidad o defecto en ningún cordón de soldadura, adjunto reporte de Phased Array


 ADEMINSAC		NON DESTRUCTIVE TESTING - PHASED ARRAY ULTRASONIC (ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS - ULTRASONIDO PHASED ARRAY) INSPECTION RECORD OF GROOVE WELDS (REGISTRO DE INSPECCIÓN DE UNIONES SOLDADAS)				F- NDT-UTPA-2013-001 PAGE/PAGINA: 01 of 01 DATE/FECHA: 1/09/2016 REV./REV.: Rev. 01 REGISTER Nº: R-001						
PROJECT IDENTIFICATION/IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO:												
CLIENT/CLIENTE:		Southern Peru Copper Company		PLACE/INSTALACIÓN:		Area 420						
PROJECT/PROYECTO:		Estudio de Integridad Mecánica de tubería Cianurada Gold Mill		DATE/FECHA:		Setiembre 01, 2016						
STANDARD/ESTÁNDAR:		31 ASME B		PROCEDURE/PROCEDURE:		P- NDT-UTPA-2016-001						
DESCRIPTION OF THE ELEMENT TO INSPECT/DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO A INSPECCIONAR:												
ELEMENT TO EVALUATE/ ELEMENTO A EVALUAR: Uniones soldadas a tope de laminas del fondo del tanque				WELD IDENTIFICATION/ IDENTIFICACIÓN DE JUNTA:		Junta - # de identificación (J-N°)						
THICKNESS ESPESOR: 12"				MATERIAL BASE/ MATERIAL BASE:		ASTM 5L Gr. 40						
JOINT Tipo de EXAMINATION/ TIPO DE JUNTA DE LA INSPECCIÓN:				<input checked="" type="checkbox"/> BUTT <input type="checkbox"/> IN L (CORNER) <input type="checkbox"/> INT <input type="checkbox"/> A OVERLAP <input type="checkbox"/> ON EDGE								
COMBINATIONS OF GEOMETRY AND BEZEL DESIGN BY THE BOARD TO INSPECT/COMBINACIÓN DE GEOMETRÍA Y DISEÑO DE BIZEL:				<input type="checkbox"/> STRAIGHT <input type="checkbox"/> SCARF <input type="checkbox"/> 1/2 V <input checked="" type="checkbox"/> IN V <input checked="" type="checkbox"/> IN DOUBLE V <input type="checkbox"/> IN J <input type="checkbox"/> IN U <input type="checkbox"/> IN K <input type="checkbox"/> IN L CURVE <input type="checkbox"/> WITH BACKING								
WELDING PROCESS/WPS:				SURFACE CONDITION/CONDICIÓN DE SUPERFICIE: POLISHED / SCANNING PATTERNS A								
EQUIPMENT AND MATERIALS USED/EQUIPOS Y MATERIALES USADOS												
FLAW DETECTOR EQUIPMENT:		BRAND: Sonatest		MODEL: Siuli		SERIAL NUMBER: CTS 9006						
SEARCH UNIT(S) IDENTIFICATION:		TRANSducer:		BRAND/Tipo: Sonatest/UTPA		SIZE/FREQ: TYPE 1 PE-S.0M32E0.SP						
		WEDGE EXTERNAL:		BRAND/Tipo: N/A		SIZE/FREQ: N/A						
		BRAND/Tipo: Sonatest/UTPA		SIZE/FREQ: T1-37WOD		SERIAL NUMBER: 347/22						
		BRAND/Tipo: N/A		MODEL: N/A		SERIAL NUMBER: N/A						
CALIBRATION BLOCK:		BRAND: PACS TM		Tipo: PACS PAUT BLOCK		SERIE: 32770						
REPRESENTATION OF SCANNING:				BEAM Tipo: <input type="checkbox"/> NORMAL <input checked="" type="checkbox"/> ANGLE								
<input checked="" type="checkbox"/> A - SCAN <input checked="" type="checkbox"/> B - SCAN <input type="checkbox"/> C - SCAN <input type="checkbox"/> S - SCAN <input type="checkbox"/> D - SCAN <input type="checkbox"/> TOFD				TECHNIQUE: <input checked="" type="checkbox"/> UTPA <input type="checkbox"/> TOFD								
INSPECTION TECHNIQUE USED:				<input checked="" type="checkbox"/> PULSE - ECHO <input type="checkbox"/> ECHO - ECHO <input type="checkbox"/> EMISSION- RECEPTION <input type="checkbox"/> INMERSION <input type="checkbox"/> OTHER								
SEARCH UNIT CABLE(S) USED:		Tipo: Coaxial Lemo 00 - 01/I-PEX		LENGTH: 3000mm		EQUIPO ESPECIAL: NO SE REQUIRIO						
COMPUTERIZED PROGRAM USED:		BRAND: Sonatest		NAME: UTStudio		VERSION: 3.8.2.						
SIMULATION BLOCK(S): Not Used		ELECTRONIC SIMULATOR: Not Used		DAMPING: None		REJECT: None						
EQUIPMENT SETUP CALIBRATION DATA:		VELOCITY: 3233 m/s		REF GAIN: 14.9 dB		NOTCH OF REF.: Ø 12"						
COUPLING GEL USED:		BRAND: Siuli		COMPOSITION: carboxymethylcellulose		DENSITY: Grado 40						
EVALUATION RESULTS/RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN												
ITEM	ID. JUNTA	INDICACIÓN	LADO DE INSPECCIÓN	MAXIMUM DAC, %	RECORD SOLDADOR	DIMENSIONS DISCONTINUITIES (mm) / DIMENSIÓN DE DISCONTINUIDADES			ANGULO DE HAZ EN INSPECCIÓN	DIRECCIÓN DE ANGULO FUJO	APROV. FINAL	COMENTARIOS
						LOC. (X) mm	LONG. (mm)	POS. (Y)				
1	J1 - J17	0	A-B	-	S-16, S-34, S-06	-	-	-	-	-	ACP	Cordón de soldadura
2	J18 - J34	0	A-B	-	S-16, S-34, S-06, S-16	-	-	-	-	-	ACP	Cordón de soldadura
3	J35 - J51	0	A-B	-	S-34, S-07, S-16, S-34, S-08	-	-	-	-	-	ACP	Cordón de soldadura
4	J52 - J68	0	A-B	-	S-34, S-08, S-16	-	-	-	-	-	ACP	Cordón de soldadura
5	J69 - J85	0	A-B	-	S-34, S-09, S-16, S-34	-	-	-	-	-	ACP	Cordón de soldadura
6	J85 - J102	0	A-B	-	S-16, S-34	-	-	-	-	-	ACP	Cordón de soldadura
7	J103 - J123	0	A-B	-	S-16, S-34	-	-	-	-	-	ACP	Cordón de soldadura
Se evaluaron 123 juntas, pertenecientes a LA TUBERÍA cianura de Gold Mill Yanacocha a Pad la Quina las cuales fueron aprobadas con base al Criterio de aceptación de la norma API 650, Apéndice U, tabla U1.a.												
REPORT GRAPHIC/REPORTE GRÁFICO												
												
Las uniones soldadas fueron evaluadas tomando en cuenta el apéndice U, específicamente la tabla U.1a del API Std 650 y los estándares ASTM E-2491 y ASTM E-2700												
FINAL APPROVAL/APROVACIÓN FINAL												
INSPECTED BY/INSPECCIONADO POR:				REVIEWED BY/REVISADO POR:				APPROVED BY/APROBADO POR:				
NAME/ NOMBRE:		James Sarabia Cueva		NAME/ NOMBRE:		Ing. Jorge Huertas		NAME/ NOMBRE:		Ing. Juan Casallo		
SIGN/ FIRMA:				SIGN/ FIRMA:				SIGN/ FIRMA:				
Inspector		Y: 16		SUPERVISOR DE OBRA		Y: 16		Operador de Contrato		Southern Peru Copper Company		

Anexo 7


Cotización de la Inspección por Ultrasonido Convencional y Phased Array

COTIZACIÓN AD-END-YAN-053 / PRO-AD				
Cajamarca, 23 de mayo de 2016				
DATOS DE LA EMPRESA				
RAZÓN SOCIAL	MINERA YANACOCCHA S.R.L.			
DIRECCIÓN FISCAL	Av. la Paz Nro. 1049 Int. P-5 – Miraflores - Lima			
NÚMERO DE RUC	20137291313			
DATOS DEL SOLICITANTE				
ATENCIÓN	AREA/CARGO	TELÉFONO	E-MAIL	
Minera Yanacocha S.R.L.	-	-	-	
REFERENCIA DEL SERVICIO				
PROYECTO	INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO PROCESOS			
SERVICIO	INSPECCIÓN END ULTRASONIDO CONVENCIONAL A CORDONES DE SOLDADURA			
LOCALIDAD	PAMPA LARGA			
COSTOS DEL SERVICIO				
<ul style="list-style-type: none"> Los Costos por la Ejecución de los Servicios (según alcance), sin incluir IGV (18%): 				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTID AD	PRECIO UNIT.	S. TOTAL US\$
1	Inspección por Ultrasonido Convencional haz angular a 123 cordones de soldadura de 12" de diámetro	123	80.00	9,840.00
2	Inspección por Phased array a cordones de soldadura	123	150.00	18,450.00
S. TOTAL US\$				28,290.00
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Salida mínima diaria de Ultrasonido Convencional \$450.00 ✓ Incluye: Traslado de personal y equipos a Garita, Alimentación de personal, cuando los trabajos se realicen en la localidad descrita líneas arriba. ✓ No incluye: Ver cuadro de Requerimientos a cargo del cliente. ✓ Forma de Pago: Facturación a 30 días. ✓ Validez: 30 días calendario. 				
ALCANCES DEL SERVICIO				
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Inspección UT ✓ Demarcación de Discontinuidades encontradas con pt tipo 1, indicando ubicación, longitud. ✓ Demostración de procedimiento específico y habilidad del inspector. ✓ Emisión de protocolos (Registros) de inspección, firmado por el Inspector a cargo del servicio y avalados por el Nivel II ASNT 				
RECURSOS DEL SERVICIO				
PERSONAL:				
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Asesor Permanente: 01 Inspector ASNT Nivel III (VT, PT, MT, UT, RT, TIR, ET, MFL), Inspector API 653, API 510 y API 570, SCWI – AWS, Nivel III AV (TACH) Ing. Alberto Reyna Olaya. ASNT NDT NIVEL III PERTENECE A LA PLANILLA DE LA CORPORACIÓN ADEMINSAC LO QUE GARANTIZA DISPONIBILIDAD TOTAL DE SU ASESORÍA. ✓ Inspección: Inspector UT Nivel II, según SNT – TC – 1A + 1 Nivel I. 				
<p>* Práctica Escrita de Ademinsac, Según Práctica Recomendada SNT – TC – 1A, Ed. 2006 (ANST)</p> <p>Personal contará con su EPP básico: Casaca, Botas con punta de acero, lentes, guantes, protección auditiva.</p>				
TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO				
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ejecución: Jornadas laborales hasta de 06 horas efectivas incluye horas de GABINETE (6 horas de disponibilidad máxima del equipo para inspección) 				
<p>Calle Cerro Azul N° 479 Urb. San Ignacio de Monferrico – Santiago de Surco Telf.: ++5176 364504 Cel.: ++51 98922720 / ++51 987121710 Cajamarca – Perú. E-mail: asesores@ademinsac.com / japapano@ademinsac.com Página 1</p>				

Cotización de la tubería Acero API 5L

RUC: 20600226992 Avda.Vía de Evitamiento Sur # 2264 - Urb. San Roque - Cajamarca Celular: 976058545 / RPM: *615725 / RPC : 951378226 administracion@emsimec.com			
CLIENTE	Minera Yanacocha E.I.R.L.	ESMC N° 000-2016	
SERVICIO	Cotización de 123 TUBERIAS DE ACERO AL CARBONO Api 5L CEDULA 40 DE 12"		
AREA USUARIA	VENTAS		
FECHA DE EMISIÓN	23 de junio		
PLAZO DE EJECUCION DE DESPACHO	12 DIAS	COSTO:	\$354,300.00
MATERIALES			
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL USD
TUBERIA DE ACERO AL CARBONO API 5L - CEDULA 40 DE 12"	1	123	307,500.00
BRIDA PARA JUNTA SOLDADA 12" - 8 Orificios de 3/4"	1	36	46,800.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
TOTAL			354300.00
SON :	trescientos cincuenta y cuatro mil trescientos CON 20/100 DOLARES AMERICA	TOTAL USD	354,300.00
GENERALIDADES		CONDICIONES COMERCIALES	
* varia al tipo de cambio actual.		* Los precios están expresados en dólares americanos y no incluyen IGV	
* Incluye transporte.		* La propuesta tiene un periodo de	15 días
* Cualquier servicio no descrito en esta cotización sera considerado como adicional		* Forma de Pago a:	30 días


SUPERVISOR DE AREA USUARIA
Minera Yanacocha E.I.R.L



Ventas - EMSIMECSRL
Richardth Ruiz Carhunango

A continuación, tenemos la cotización por una empresa terciaria para el cambio de la tubería

ESTRUCTURAS Y MONTAJE JOSE GALVEZ S.R.L

PRODUCTOS * Soldadura en General * Fabricación y Montaje de Estructuras Metálica * Mantenimiento y Limpieza d * Mantenimiento Mecánico de * Recubrimientos antiabrasivo * Recalce de Cucharones, Uñas y Cantonerías * Servicios en General	 R UC :2 0495658873 H uambo cancha B aja. Km 3 .5 T elef.(076) 631533 R P C : 989133502
--	--

Señores: Minera Yanacocha E.I.R.L	EMJG N° 001
Servicio: Cambio de 123 tuberías de acero API 5L de 12"	
Atención: Ivan Remigio	
Fecha : 15 de junio	

COSTO: **S/. 744,505.60**

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL (S/.)
Consumibles - Discos de corte de 9"	1	100.00	S/. 18.00	S/. 1,800.00
Discos de desbaste de 9"	1	100.00	S/. 18.00	S/. 1,800.00
Escobillas de acero de 7"	1	100.00	S/. 18.00	S/. 1,800.00
Electrodo Cellocord E-6011 de 1/8"	kg	25.00	S/. 12.00	S/. 300.00
Electrodo Supercito E-6018 de 5/32"	kg	62.00	S/. 28.00	S/. 1,736.00
TOTAL MATERIALES				S/. 7,436.00

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCION	Dias	CANTIDAD	COSTO/Dia	TOTAL (S/.)
Camion Hiab	90	1	S/. 960.00	S/. 86,400.00
Motosoldadora	90	2	S/. 1,440.00	S/. 259,200.00
Equipo de Pre calentamiento	90	2	S/. 480.00	S/. 86,400.00
Amoladora	90	4	S/. 336.00	S/. 120,960.00
TOTAL MANO DE OBRA				S/. 552,960.00

Mano de Obra para la Instalacion				
DESCRIPCION	CANTIDAD	Dias	COSTO/Dia	TOTAL (S/.)
Supervisor de Campo	1	90	S/. 130.00	S/. 11,700.00
Supervisor SSO	1	90	S/. 130.00	S/. 11,700.00
Inspector NDT - CWI	1	90	S/. 180.00	S/. 16,200.00
Soldador Homologado 6G	2	90	S/. 100.00	S/. 18,000.00
Ayudante	2	90	S/. 65.00	S/. 11,700.00
TOTAL DE EQUIPOS				S/. 69,300.00

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	CANTIDAD	DÍAS	COSTO	TOTAL (S/.)
Transporte de Personal	1	90	S/. 170.00	S/. 15,300.00
Combustible	1	90	S/. 80.00	S/. 7,200.00
TOTAL DE TRANSPORTE				S/. 22,500.00

COSTO DIRECTO	S/. 652,196.00
----------------------	-----------------------

GASTOS GENERALES 5%	S/. 32,609.80
----------------------------	----------------------

UTILIDAD 5%	S/. 32,609.80
--------------------	----------------------

SUB TOTAL	S/. 717,415.60
------------------	-----------------------

HOSPEDAJE Y ALIMENTACION				
DESCRIPCION	N° PERSONAS	DIAS	P.U.	TOTAL (S/.)
Alimentacion	5	90	S/. 35.20	S/. 15,840.00
Hospedaje	5	90	S/. 25.00	S/. 11,250.00
TOTAL HOSPEDAJE Y ALIMENTACION				S/. 27,090.00

Generalidades * Los precios no incluyen IGV * Cualquier servicio no descrito en esta cotización sera * El servicio se considera iniciado una vez aprobada la GC	
SON: 000/100 Nuevo Soles	TOTAL DE SERVICIO S/. 744,505.60

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

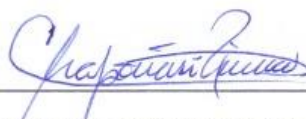
Yo, **CHAPOÑAN RIMACHI LUIS FERNANDO**, Docente del curso de desarrollo de Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica y revisor del trabajo académico (Tesis) titulado:

“EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD MECÁNICA EN TUBERÍAS Y JUNTAS SOLDADAS DE ACERO MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN TUBERIA CIANURADA-GOLD MILL YANACOCOA”, del Bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica:

James Joel Estuardo Sarabia Cueva

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud del 23%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevantes que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 19 de Febrero del 2019



Docente de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

ING. CHAPOÑAN RIMACHI LUIS FERNANDO

REG. CIP N° 72697



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Sarabia Cueva James Joel Estuardo

D.N.I. : 46178092

Domicilio : Jr. Los Sauces # 112

Teléfono : Fijo :

Móvil : 976552266

E-mail : james.sarabia@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

☒ Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Mecánica Eléctrica

Carrera : Ingeniería Mecánica Eléctrica

Título : Ingeniero Mecánico Electricista

☐ Tesis de Post Grado

☐ Maestría

☐ Doctorado

Grado :

Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Sarabia Cueva James Joel Estuardo

Título de la tesis:

Evaluación de Integridad Mecánica en tuberías y juntas
Soldados de acero mediante ensayos no destructivos en tuberías ciaturada

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha : 19-02-19



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP de Ingeniería Mecánica Eléctrica

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

James Joel Estuardo Sarabia Cueva

INFORME TITULADO:

Evaluación de Integridad mecánica en Tuberías y juntas
Soldadas de acero Mediante Ensayos no destructivos
en tubería cianurada - Gold Mill - Yanacocha

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

SUSTENTADO EN FECHA: 16 de Septiembre del 2017

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR UNANIMIDAD



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN